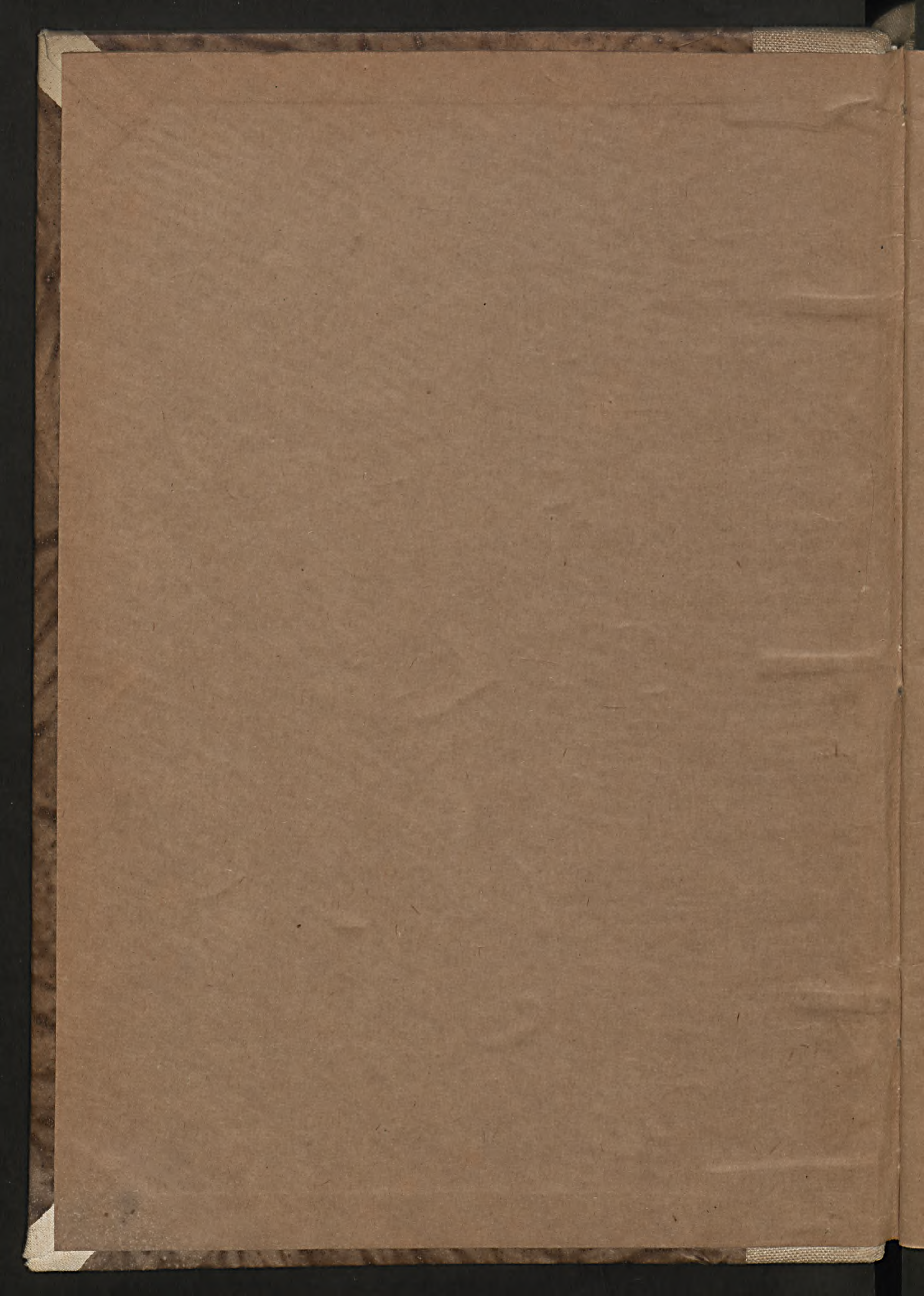
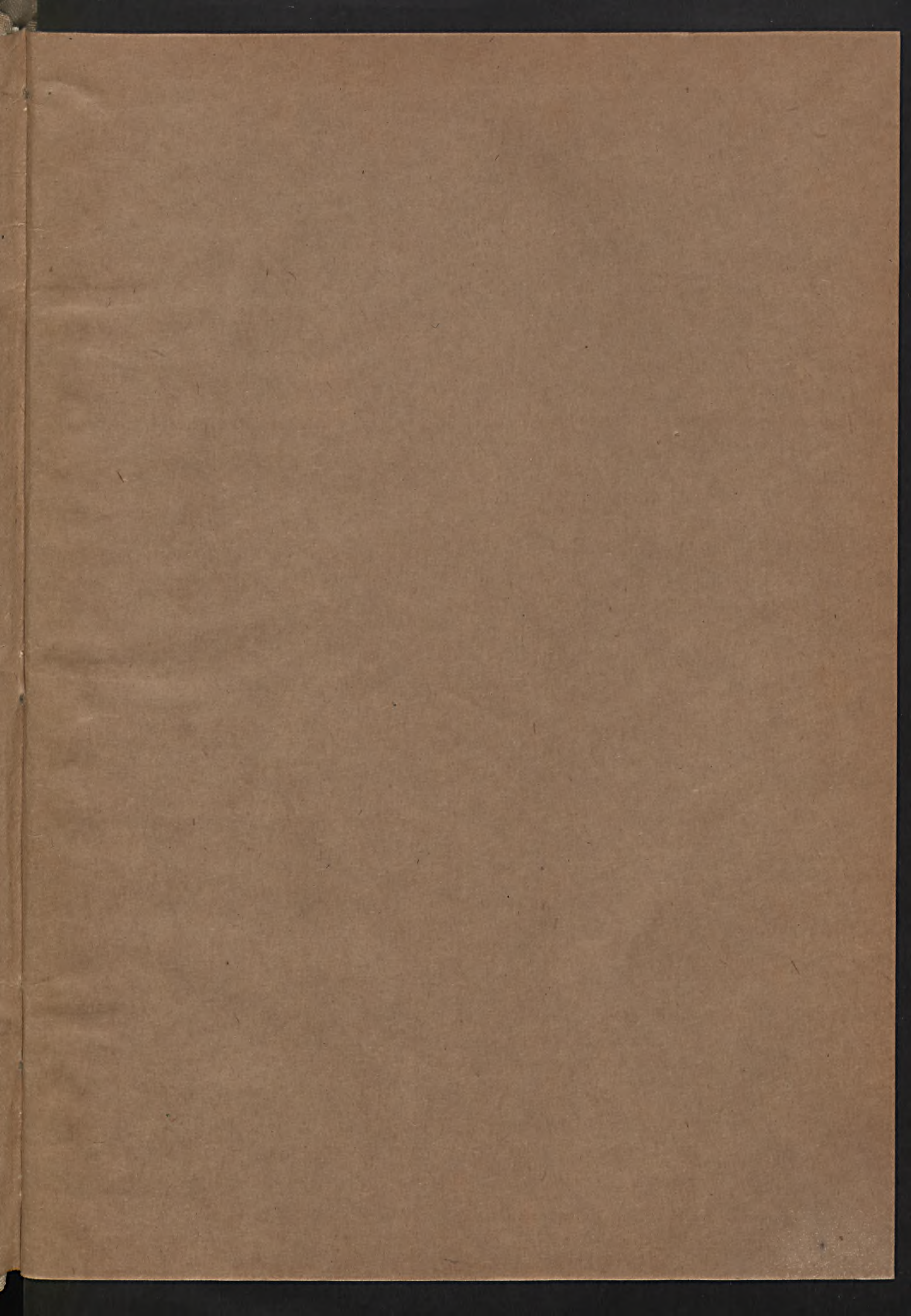
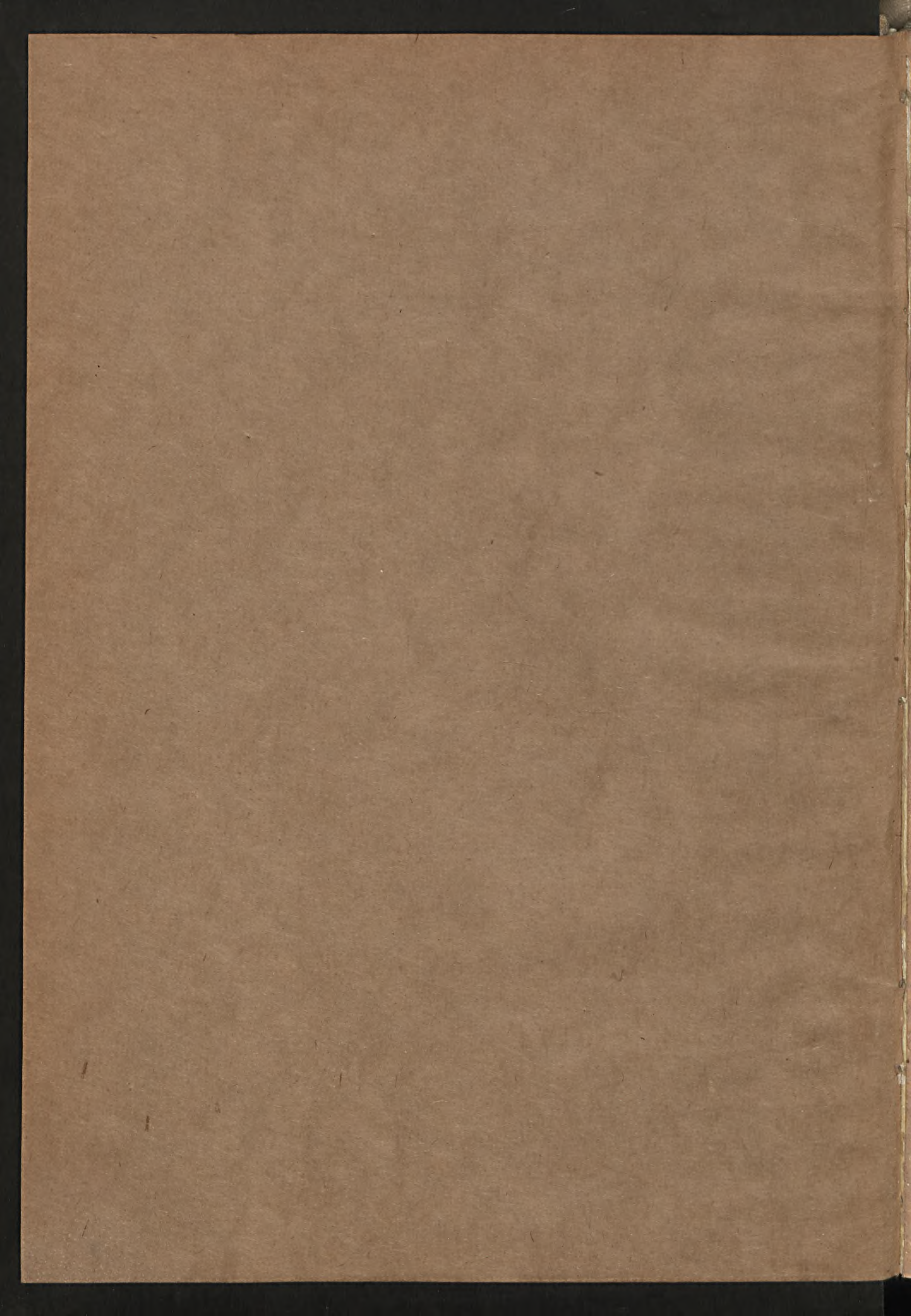

Abhandl
P. G. L.
40







Abhandlungen

der

Königlich Preussischen

Geologischen Landesanstalt.



Neue Folge.

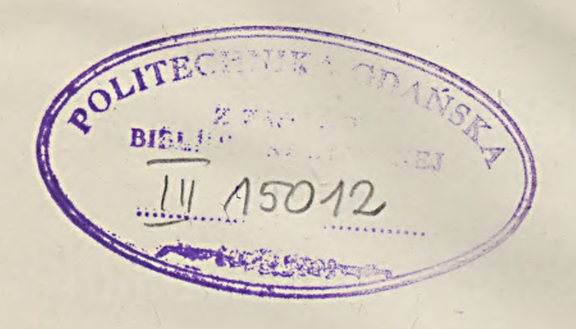
Heft 40.

BERLIN.

In Vertrieb bei der Königlichen Geologischen Landesanstalt und Bergakademie.
Berlin N. 4, Invalidenstr. 44.

1904.




POLITECHNIKA GDAŃSKA
III 15012

Über eine frühdiluviale und vorglaziale Flora bei Lüneburg.

I. Geologischer Teil

von

G. Müller und C. A. Weber.

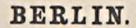
II. Palaeontologischer Teil

von

C. A. Weber.

Mit 18 Tafeln.

Herausgegeben
von der
Königlich Preußischen Geologischen Landesanstalt u. Bergakademie.



BERLIN.
In Vertrieb bei der Königlichen Geologischen Landesanstalt und Bergakademie.
Berlin N. 4, Invalidenstr. 44.
1904.

Inhaltsverzeichnis.



I. Die geognostischen Verhältnifse der Fundstätte.

Von Herrn G. Müller.

Obwohl seit dem systematischen Vorgehen der Leitung der Geologischen Landesanstalt nunmehr die Profile zahlreicher, in postmiocänen Ablagerungen niedergebrachter Tiefbohrungen zur Kenntnis und wissenschaftlichen Verwertung gelangten, sind doch solche Bohrungen verhältnismäfsig selten, in denen zweifellos autochthone Pflanzenreste sich nachweisen lassen. Dabei ist jedoch die stratigraphische Verwertung derartiger durch Bohrungen gewonnenen Reste leider nicht immer einwandsfrei, da zahlreiche Fehlerquellen in der Gewinnungsmethode durch Bohrungen selbst mit liegen. Jeder anders geartete Aufschlufs ist daher dem Bohraufschlufs im glazialen Quartär, in dem kennzeichnende und aushaltende Gesteinsarten vollkommen fehlen, vorzuziehen, namentlich dann, wenn nachweislich die Bohrungen in einem tektonisch gestörten Gebiet niedergebracht sind.

Es war daher von gröfster Wichtigkeit, als gelegentlich der Anlage eines Entwässerungskanals zum Pieper'schen Kreidekalkbruch bei Lüneburg ein Torflager durchschnitten wurde, dessen Studium uns einen Einblick in die vor- und früheiszeitliche Flora gewährt. Herr Georg Pieper, dessen Interesse an der Klarstellung der geologischen Verhältnisse seiner Heimatsstadt Lüneburg sich schon mehrfach bewährt hat, sandte sofort eine gröfsere Torfprobe an die Geologische Landesanstalt ein, welche an Dr. Weber in Bremen zur genauen Untersuchung weitergegeben wurde. Eine vorläufige Untersuchung ergab, dafs gewisse Lagen des Torfes Pflanzenreste enthielten, die eine exakte Unter-

suchung der Lagerungsverhältnisse an Ort und Stelle wünschenswert erscheinen liefsen.

Diese wurde dann Anfang Juni 1901 von uns gemeinsam ausgeführt. Da die hangenden Schichten zu oberst aus lockeren Sanden bestanden, war von Herrn Pieper vor unserer Ankunft bis zu den etwas tonigen Schichten ein kleiner Schacht abgeteuft, während der Rest der über dem Torfflöz liegenden Schichten in unserem Beisein und, soweit es nötig erschien, von uns selber ausgehoben wurde.

Der Pieper'sche Kalkbruch (Cenoman, Turon) liegt vor dem westlichen Tore der Stadt, rechts der Chaussee nach Reppenstedt, ca. 1 km WNW. vom Kalkberg (Zechstein) entfernt. Zur Abfuhr hatte man bis dahin einen in das Gelände bis ca. 3 m tief einschneidenden Weg gelegt, neben dem der Entwässerungsgraben verlief. Um jedoch die Kreidekalke tiefer ausheben zu können, wurde der Entwässerungskanal vertieft, bei welcher Gelegenheit man auf ein Torfflöz stiefs. Herr G. Pieper berichtet über die Lagerungsverhältnisse in Kürze folgendermafsen: »Die Schicht steht in 1 m Dicke 3 m unter der Oberfläche (Wegsohle), fällt in einem Winkel von etwa 20° von S. nach N. in die Tiefe ein.« Der Fundort liegt etwas über 30 m über dem Meeresspiegel, demnach ca. 20 m über dem Ilmenauspiegel und 10 m über dem Talsandniveau am nordwestlichen Rande der Ausbuchtung des Ilmenautales, auf der das alte Lüneburg angelegt war. Die Lagerungsverhältnisse lassen es begreiflich erscheinen, dafs Herr G. Pieper, ähnlich wie man das auch früher in Lauenburg (Elbe) getan hatte, das blofsgelegte Torfflöz zuerst als Braunkohle bezeichnete. Die Neuaufgrabung zeigte, dafs die Pieper'sche Darstellung, die ich als die eines unbefangenen Beobachters mitteilte, annähernd richtig war und nur in Bezug auf das Streichen dahin zu berichtigen ist, dafs das Streichen mit dem der Trias- und Kreideschichten im Pieper'schen Bruch übereinstimmend annähernd WSW.—ONO. verläuft. Das Torfflöz war ursprünglich nahezu oder ganz horizontal gelagert, wie sich nach Weber aus seinem Aufbau ergab. Es konnte durch die Aufgrabung jedoch nicht festgestellt werden, ob es erst während oder nach der Inlandeis-

bedeckung gefaltet war, wenn letzteres auch die gröfste Wahrscheinlichkeit für sich hat. Wenig hat die Annahme für sich, dafs die Lagerung ganz lokal betrachtet sich wie bei Lauenburg am Kuhgrunde verhält, wo der Torf in einer Mulde eingebettet liegt; denn damit hätte man in dem Abwässerungskanal beim Fortschreiten nach N. den Gegenflügel fassen müssen. Auch bei Anlage des tiefen, längs des Nordarmes der Reppenstedter Chaussee gezogenen Kanals habe ich 1899 unter dem dort erschlossenen diluvialen Tonmergel keinen Torf konstatieren können, wenn es auch nicht ausgeschlossen ist, dafs er sich in der Tiefe doch noch finden könnte, indem er alsdann, ähnlich wie der im Pieperschen Kanal der Bewegung des Geländes folgen müsste. Während der diluviale Tonmergel jedoch durchweg sich nach der Diluvialplatte hin auskeilt, fällt das Torfflöz nach dem Berge zu ein und müfste, falls es sich wie das interglaziale Torflager bei Lauenburg verhielte, nach dort an Mächtigkeit zunehmen. Es verhält sich demnach umgekehrt wie das interglaziale Torflager bei Lauenburg, indem jenes in die auf tektonische Bewegungen zurückzuführende Niederung eingebettet liegt. Die jetzigen Lagerungsverhältnisse des Lüneburger Torfflözes sind jedenfalls nicht mehr die ursprünglichen und wie bei dem präglazialen Torf bei Lauenburg durch Erdbewegungen nach der Ablagerung hervorgerufen.

Durch die Aufgrabung wurde nun folgendes Profil festgestellt:

1.	Geschiebeführender Sand	0,50 m
2.	Geschiebefreier Sand	5,00 m
3.	Toniger, im bergfeuchten Zustande chokoladenfarbiger Glimmersand mit Torfpartikelchen	0,70 m
3a.	An der Basis gröberer Sand mit schwachem Tongehalt, so dafs sich eine gewisse Bindigkeit ergibt	0,06 m
4.	Feinsand, durchsetzt mit Torf- und Sandschmitzen	0,90 m
5.	Torfflöz	1,10 m
6.	Sohlband mit Bleisand	ca. 0,20 m
7.	Ortstein	0,40—0,50 m

Da der Aufschlufs hier zu eng wurde, um ihn noch vertiefen zu können, so liefsen wir noch 1,5 m tief hineinbohren, ohne etwas anderes als einen nahezu feinkörnigen grauen Quarzsand zu fassen, dessen Beschaffenheit uns über sein Alter keinen absolut sicheren Aufschlufs gab. Er war wie die hangenden Schichten kalkfrei und zeigte keine Feldspatkörnchen, woraus sich ebensowenig über seine Zugehörigkeit zum Tertiär oder Nichtzugehörigkeit zum Diluvium ein Beweis herleiten läfst, wenn auch das Letztere die gröfsere Wahrscheinlichkeit für sich hat. Sowohl im hangenden Teile des Torfflözes wie im liegenden feinkörnigen Sand fanden sich ganz vereinzelt Feuersteinstückchen. Diese mafsen etwa 2 cm im Durchmesser, zeigten jedoch keine gerundeten Kanten. Sonstige gröfsere Gerölle kamen nicht vor. Ihr Vorhandensein ist m. E. auf die grofse Nähe der feuersteinführenden Kreide zurückzuführen. Auffällig bleibt immerhin das vereinzelte Auftreten der Feuersteinstückchen in einem sonst gleichmäfsig feinkörnigen Sande. Aus einem durch eine Bohrung auf der Wachsbleiche zu Lüneburg durchsunkenen miocänen Grand, der unter glaukonitischen bezw. glimmerreichen Sanden sowie marinen, miocänen Tonen bei 83,5 m erbohrt wurde[1]), kann man zahlreiche Feuersteinstückchen, bis zu 3 cm grofs, in einem sonst gleichmäfsigen Quarzsandmittel (2—3 mm) auslesen. Der Feuerstein ist z. T. stark verwittert, daneben kann man jedoch scharfkantige, vollkommen frische Bruchstücke beobachten. Da aufserdem eckige Braunkohlenstückchen mit dem Feuerstein zusammen auftreten, so ist ein weiter Transport für beide Gesteine ausgeschlossen. Wären nordische Ablagerungen im Liegenden des Torfes vorhanden gewesen bezw. in der Nähe, so hätte man auch Geschiebe hiervon in den liegenden Sanden erwarten können. Ihr Nichtvorhandensein ist allerdings kein Beweis dagegen, dafs Lüneburg schon vor Bildung des Torfflözes vereist gewesen ist. Denn ebenso gut wie z. B. der Kalkberg und z. T. die Schafweide z. Z. oberflächlich fast ganz frei von nordischem Material sind, so hätte auch in einer eisfreien Zeit die Oberfläche des unter dem Sande

[1]) Das Profil wurde mir von Herrn Professor Dr. Gottsche gütigst zur Verfügung gestellt.

zu erwartenden Gypskeupers von etwaigen glazialen Ablagerungen befreit sein können. Um deshalb ganz sicher entscheiden zu können, ob vor Bildung des Torfes Lüneburg vereist gewesen ist, hätte man nicht nur bis zu einer sicher präglazialen Schicht den Schacht vertiefen und dann auch noch die Oberfläche dieser in gröfserem Umfang blofslegen müssen, um nach glazialen Spuren zu forschen. Wie dünn gesäet nordische Zeugen ehemaliger Vereisung auf älteren Gebirgsgliedern vielfach sind, weifs jeder, der in den randlichen Gebieten des ehemaligen Inlandeises kartierend tätig gewesen ist. Trotzdem hat immerhin die Annahme die gröfsere Wahrscheinlichkeit für sich, dafs der Torf auf Sanden abgelagert ist, deren Entstehung vor eine Bedeckung der Umgebung Lüneburgs mit Inlandeis fällt.

Es fragt sich nun, welcher der jetzt fast durchweg angenommenen 3 Eiszeiten die hangenden, zweifellos glazialen Ablagerungen angehören. Diese Frage ist schwer zu entscheiden. Doch ergeben sich bei genauerer Prüfung eine Reihe von Anhaltspunkten, die für die bei Lüneburg entwickelt gewesene erste Inlandeiszeit sprechen. Zunächst deutet der hohe Glimmergehalt der dritten chokoladenfarbigen Schicht darauf hin, dafs diese aus den tertiären Glimmersanden des Lüneburger Gebietes zusammengeschwemmt ist. Die Farbe der Glimmersande könnte zwar auch von einem zerstörten Torfflöz herrühren, doch spricht gerade der hohe Glimmergehalt mit dafür, dafs sie auf tertiäre Braunkohle zurückzuführen ist. Nun zeichnen sich auch in den sonstigen Aufschlüssen der Umgebung Lüneburgs die ältesten diluvialen Sande durch den hohen Anteil an heimischem, tertiärem Material aus, wie solcher in den als jünger erkannten Ablagerungen weder auf Blatt Lüneburg noch auf den angrenzenden Blättern beobachtet wurde.

Mit dem obersten, 0,50 m mächtigen geschiebeführenden Sand ist für die Altersbestimmung recht wenig anzufangen. Es ist wahrscheinlich, dafs er dem benachbarten Geschiebemergel entspricht, doch mit Sicherheit läfst sich auch dies nicht behaupten.

Die zahlreichen, durch die Direktion der Saline bei Mönchsgarten ausgeführten Flachbohrungen, die mir von Herrn Bergrat Sachse gütigst überlassen worden sind, haben jedoch gezeigt, dafs

dort nur eine Grundmoräne ausgebildet ist. Diese Grundmoräne führte an der Basis in der Regel sehr reichlich heimisches Material, so dafs man sie stellenweise als echte Lokalmoräne bezeichnen musste.

So sind z. B. die roten Tone, die von Benecke[1]) u. A. zum Kohlenkeuper gerechnet wurden, nichts wie sehr reichlich mit Gipskeuper-Material durchsetzte Lokalmoräne, die über die hellgrauen Tone und Dolomite des Kohlenkeupers gewalzt ist. Ich stehe nicht an, diese Grundmoräne als zum ältesten über Lüneburg hinweggegangenen Inlandeis gehörig anzusprechen. Noch älter sind die Tone, die sich z. T. direkt auf die präglazialen Gebirgsglieder hinauflegen. Diese meist recht glimmerreichen Tonmergel überlagern z. B. hinter der Sodafabrik direkt die Trias, auf dem Schildstein sind sie durch Sand vom Plattendolomit des oberen Zechsteins getrennt. Sie schwellen nach den Tälern an und keilen sich nach den Plateaus aus und sind hier vielfach nur als Gerölle unter der Grundmoräne konstatiert. So keilt sich z. B. das Tonlager an dem Friedhof bei diesem aus, desgleichen das Tonlager der Wilschenbrucher Ziegelei bei dem westlich von dieser gelegenen Gasthof. Eine bei der Brauerei Hasenburg im äquivalenten Mergelsand angesetzte Brunnenbohrung erreichte bei ca. 5 m den miocänen Ton. Wenn man auch nicht überall und namentlich nicht am westlichen Rande des Blattes den Nachweis führen kann, dafs durchweg älteres Glazial im Gebiete des Blattes Lüneburg vorhanden ist, so ist eine solche Deutung der diluvialen Ablagerungen doch die nächstliegende und ungezwungenste. Welcher der beiden älteren von vielen Glazialgeologen angenommenen Vereisungen die Lüneburger Grundmoräne und die vertretenden sog. Decksande angehören, wird mit Sicherheit wohl nie festgestellt werden können. Der mit der Kartierung von Lüneburg und Lauenburg betraut gewesene Verfasser hält nach wie vor an zwei Haupteiszeiten fest und deutet die Lüneburger Grundmoräne als die ältere.

---

[1]) Benecke schreibt (Lettenkohle und Lunzer-Schichten, S. 9): Dafs noch bunte Mergel unter den Kalken auftreten, kann kaum befremden u. s. f. Diese bunten Mergel sind die aus Gypskeupermaterial gebildeten Lokalmoränen. Der Obere Muschelkalk ist freilich mergeliger, die Anhydritgruppe und der Wellenkalk ist normal entwickelt.

II. Die fossilienführenden Schichten.

Von Herrn C. A. Weber.

Pflanzliche Reste auf primärem Lager wurden in der vierten und fünften Schicht des Profils unweit des Pieper'schen Steinbruchs angetroffen. Beide Schichten fielen in dem Aufschlusse von SSO. nach NNW., wobei sie mit der Horizontalen einen Winkel von 20° bildeten.

Sie gliederten sich des genauern in folgender Weise von oben nach unten, wobei die Mächtigkeit senkrecht zum Fallen gemessen wurde:

4:	d)	Torfhaltiger Feinsand	0,90 m
5:	c)	Sphagnumtorf, die oberen 10 cm stark verwittert und diese oberwärts mit staubfeinem Quarzsande zunehmend gemischt	0,50 m
	b)	Polytrichum-Sphagnumtorf	0,30 m
	a)	Waldtorf	0,30 m

Das Profil wurde von mir selber in dem Schachte eingehend studiert und dabei an mehreren Stellen von oben bis unten abgetragen. Sodann wurden aus jeder Schicht gröſsere, zusammenhangende Stücke, die ein besonderes Interesse zu haben schienen, nach genauer Bezeichnung des Horizontes aufbewahrt, und ferner wurde eine Serie gröſserer, je 0,5—1 cdm umfassender Proben an einer ausgewählten Stelle in senkrechter Linie von 10 zu 10 cm entnommen. Alle Proben wurden sofort nach dem Loslösen in reines Pergamentpapier geschlagen und fest eingewickelt. Auſserdem wurde der gröſsere Teil des aus dem Schachte geförderten Materiales der in Betracht kommenden Schichten (nahezu ½ cbm) in eine Kiste gepackt.

An den für die genauere Untersuchung bestimmten Proben wurde, bevor diese geschah, die äufsere Lage ringsum entfernt. Jedes Stück nahm ich zuerst mit Messer und Pinzette auseinander, legte die gefundenen Pflanzenreste bei Seite und schlämmte den zerkleinerten Rückstand nach Behandlung mit Salpetersäure[1]). Das Material für die Untersuchung auf Pollen wurde stets dem Innern zusammenhangender Stücke entnommen und mit Wasserstoffsuperoxyd aufgehellt[1]). Das lose verpackte Material wurde Stück für Stück mit Messer und Pinzette auseinandergebrochen und mehr oder minder eingehend durchsucht.

a) Der Waldtorf.

Die Farbe des Waldtorfs war im Augenblicke des Anschneidens dunkel-rotbraun. Sie wurde bei der Berührung mit Luft in wenigen Minuten tief schwarzbraun. Nach dem Trocknen des Torfs war seine Farbe dunkel-graubraun. Der Torf war ungemein hart und konnte nur mit der Picke losgehauen werden. Er liefs sich nicht in Lagen spalten und war reichlich mit schwachen Baumstümpfen und durcheinander liegenden Stämmen durchsetzt. Sein liegender Teil war von kleinen Sandschmitzen durchzogen und ging ohne scharfe Grenze in den unterteufenden Bleisand über. Die mit Fichtenwurzeln, Holz- und Borkestücken und mit *Cenococcum geophilum* durchsetzte Übergangsregion mit vorwiegendem Sandgehalt ist die auf Seite 3 als »Sohlband« bezeichnete Lage, die genetisch nicht von dem Waldtorf getrennt werden kann.

Auch die Grundmasse zwischen den Stämmen des eigentlichen Waldtorfs enthielt sehr feinen Quarzsand, dessen Menge aber nach oben abnahm. Sie war unregelmäfsig durchsetzt mit Borkenbrocken, Zweigbruchstücken und eckigen Holzbrocken, letztere manchmal rotfaul, ferner mit sehr zerstreuten kleinen Stücken von feuerverkohltem Holz. In 10, in 20 und in 22 cm Abstand von der Unterkante

[1]) Bei einigen Nachprüfungen im Frühjahr 1902 habe ich mich auch mit Vorteil der von G. Lagerheim (Geol. Fören. Förhandl. No. 216, Bd. 24, Heft 6, Seite 407) empfohlenen Behandlung mit 3% Oxalsäure bedient, mit dem Unterschiede, dafs ich die mikroskopischen Präparate auf dem Objektträger in ihr schwach erwärmte.

fand sich je eine 2—5 mm starke Brandlage, die aus feuerverkohltem Waldmoder und Holzkohlen bestand. Diese drei Brandlagen wurden gleichmäfsig an allen Stellen des Aufschlusses angetroffen. Sie wurden auch in den Stücken des Waldtorfs bemerkt, welche von dem Besitzer des Steinbruchs aus einem andern Aufschlusse entnommen waren, gehen also vermutlich durch das ganze Lager.

In anderen Stücken der letztgenannten Herkunft fand sich auch eine dünne Lage, die ausschliefslich aus den Blättern der omorikaartigen Fichte bestand (Taf. X, Fig. 68). In dem neuen Aufschlusse war diese Lage nicht aufzufinden.

Die unterste Lage des Waldtorfs enthielt in dem letztgenannten Aufschlusse zahlreiche, parallel mit der Unterkante der Schicht verlaufende, beim Trocknen weifsgelblich erscheinende bandartige Gebilde einer krautigen Pflanze, die ich nicht zu bestimmen vermochte, da aufser der dünnen Epidermis nur dürftige Spuren der innern Gewebe erhalten geblieben waren. Sie waren völlig flach gedrückt, höchstens 4 mm breit. Die Zellen der Epidermis waren tangential gestreckt, unregelmäfsig viereckig gestaltet und hatten gerade, mäfsig verdickte Wände. Das innere Gewebe scheint durch zahlreiche rundliche Lakunen schwammig gewesen zu sein. Wurzelhaare oder die Stellen, wo solche gewesen waren, waren nicht vorhanden. Auch wurden keine Samen gefunden, die zu diesen Gebilden etwa hätten in Beziehung gebracht werden können. *Scheuchzeria* oder *Juncus* liegt nicht vor; möglichenfalls sind es Rhizome einer Graminee oder Cyperacee.

Die in dieser Schicht gefundenen Holzreste stammen ebenso wie die Feuerkohlen, soweit ich sie überhaupt zu bestimmen vermochte und bestimmt habe, von *Picea omorikoides*, von der wunderbar schön erhaltene Zapfen und Nadeln, letztere oft durch Feuer verkohlt, reichlich gefunden wurden. Nur an der Oberkante der Schicht zeigten sich die Wurzeln einer Föhre. Ein Zapfen und eine gut erhaltene Nadel bewies, dass *Pinus pumilio* vorlag. Nur einmal fand sich im untern Teil der Schicht auch ein kleines, schlecht erhaltenes, aber noch mit der Rinde versehenes Holzstück, das einer hochstämmigen Birke entstammte. Eine dahin gehörende Wurzel lag dicht unter der Oberkante.

Sträucher waren nur äufserst spärlich vorhanden. Nachgewiesen wurde am Grunde der Schicht eine Brombeere, und an ihrer obern Grenze vereinzelt die Besenheide (*Calluna vulgaris*). Stellenweise fanden sich aber ziemlich reichlich die Reiser und Blätter einer Heidelbeere, die eine gewisse flüchtige Ähnlichkeit mit der Rauschbeere hatte. Ich bezeichne sie unter Hinweis auf ihre ausführliche Beschreibung als *Vaccinium priscum*. Ihre Blätter erfüllten in einem der Torfstücke des frühern Aufschlusses eine ganze Lage. Auch Holzreste von *Pinus* cf. *pumilio* waren hier öfters vorhanden.

Moosreste wurden in dem Waldtorf ungemein spärlich angetroffen, verhältnismäfsig am häufigsten solche von *Polytrichum juniperinum*, selten solche von *Webera nutans* und die eines Torfmooses. Erst im hangenden Teile erschienen sie reichlicher. Dort auch traten bald einzeln, bald nesterweise die der dichtrasigen Form des scheidigen Wollgrases (*Eriophorum vaginatum*) angehörenden Faserschöpfe auf.

Pilzmycel durchsetzte den Waldtorf überall in Menge. Es wurde bereits erwähnt, dafs sich rotfaules Holz fand, einige Male armdicke Stammstücke in diesem Zustande, von denen eines überdies durch Feuer angekohlt war. Dieses Holz gehörte ausschliefslich der Omorikafichte an; es war stark von *Polyporus-Mycel* durchwuchert. Durch die ganze Schicht, zumal in der sandreichen Uebergangslage an ihrem Grunde, fanden sich bald vereinzelt, bald in Menge die Fruchtkörper von *Cenococcum geophilum*.

Die in dem Waldtorf gefundenen und bestimmten Pflanzenreste sind:

Cenococcum geophilum Fries.
Polyporus annosus Fries.
Sphagnum cf. *medium* Limpr.
Webera nutans Hedw.
Polytrichum juniperinum Willd.
Hypnum sp.
Eriophorum vaginatum L.
Picea omorikoides Weber.
Pinus pumilio Willkomm.

Betula cf. *alba* L.
Rubus sect. Eubatus FOCKE.
Vaccinium priscum WEBER.
Calluna vulgaris SALISB.

b) Der Polytrichum-Sphagnumtorf.

Der Polytrichum-Sphagnumtorf war ebenso hart wie der Waldtorf und zugleich ungemein zäh. Er liefs sich leicht in dünne, mit der Unterkante des Flözes parallele Lagen spalten. Die Farbe war beim ersten Blofslegen etwas heller rot als die des Waldtorfs. Nach kurzer Berührung mit der Luft wurde das grubenfeuchte Material tief schwarzbraun; nach dem Trocknen erschien es dunkelbraun. Quarzsand war nur in geringer Menge und in mikroskopisch kleinen Splitterchen darin vorhanden, einmal fand sich ein erbsengrofses, scharfeckiges Stück Feuerstein im untern Teile der Schicht.

Dieser Torf war gegen den unterteufenden Waldtorf scharf abgesetzt, dagegen liefs sich die Grenze gegen den überlagernden Sphagnumtorf wegen des allmählichen Ueberganges in diesen nicht mit besonderer Schärfe bezeichnen.

Die unterste, 5—10 cm mächtige Lage der Schicht, die sich fest den darunter liegenden Fichtenstämmen anschmiegte, bestand an den meisten Stellen des Aufschlusses aus ganz reinem *Polytrichum juniperinum*. An den übrigen Stellen war er mit dichtrasigen Faserschöpfen von *Eriophorum vaginatum* und mit Nestern von *Sphagnum teres* durchsetzt. Vereinzelt fanden sich dazwischen Samen, Borkenschuppen und Blätter der Omorikafichte, Wurzeln und ein Nadelbruchstück der Bergföhre, hier und da lagen einzelne Feuerkohlen von Fichtenholz.

Oberhalb dieser Lage wechselten zahlreiche Lagen von Polytrichumtorf mit solchen von Sphagnumtorf. Letztere nahmen an Mächtigkeit nach oben zu, während die Polytrichumlagen in gleichem Mafse dünner wurden. Zuletzt sah man auf den Schichtflächen des Sphagnumtorfs nur noch zahlreiche, einzeln liegende Polytrichumpflanzen (Taf. VII, Fig. 49). Das torfbildende Sphagnum war ausschliefslich *Sphagnum teres* ÅNGSTR.

Ferner fanden sich in verschiedenen Horizonten der Schicht einige Lagen und linsenförmige Bänke von Waldtorf, in denen sehr schwache, aber 50—80jährige Krüppelstämme und Stubben der Omorikafichte, nebst deren Borkenschuppen, Blättern und Zapfen, ferner Wurzeln und ein Nadelbruchstück der Bergföhre, Reiser und schlecht erhaltene Blätter des *Vaccinium priscum* und dichtrasige Schöpfe des *Eriophorum vaginatum* reichlich auftraten.

Überhaupt war die Schicht, zumal in ihrem untern Teile, stark mit kräftigen, bis 26—27 Jahrringe zeigenden Stämmen und mit Reisern der alten Heidelbeere durchsetzt. Nach oben nahm ihre Menge auffällig ab, und sie erschienen dort hauptsächlich nur noch in den Bultlagen[1]).

Ebenso wie der Waldtorf war auch dieser Torf reichlich mit dünnwandigen, septierten Pilzmycelien ohne Schnallenbildung durchzogen. Die Körner von *Cenococcum geophilum* waren jedoch zumeist auf die Waldtorflagen beschränkt, erschienen dort aber oft in großer Menge. Neben den Reisern der Heidelbeere fanden sich nur äußerst spärlich solche der Besenheide, wenngleich etwas häufiger als im Waldtorf. Die rhizomartigen Gebilde des letztern wurden hier nur noch vereinzelt gefunden. Ebenso vereinzelt erschien *Webera nutans*.

Bemerkt sei noch, daß der Polytrichum-Sphagnumtorf an einer Stelle in Dopplerit übergegangen war, derart, daß alle Pflanzenteile, die in diese Stelle ragten, selbst die Faserschöpfe von *Eriophorum vaginatum* und die Stämmchen des *Polytrichum juniperinum*, in diese Substanz umgewandelt waren, ein in sie ragender Stumpf von *Picea omorikoides* aber nur in seiner Rindenschicht. Es handelt sich also nicht um eine Doppleritansammlung in einer Kluft; der Übergang von den noch unveränderten zu den in Dopplerit verwandelten Pflanzenresten fand vielmehr allmählich statt.

---

[1]) Bultlagen sind linsenförmige Bänke eines anders gearteten, oft aus Moder entstandenen Torfes, der sich auf den Bulten der ehemaligen Oberfläche des Hochmoores gebildet hat.

Die aus dem Polytrichum-Sphagnumtorf bestimmten Pflanzenreste sind:

Cenococcum geophilum Fr.
Sphagnum teres Ångstr.
» (*cuspidatum?*).
Webera nutans Hedw.
Eriophorum vaginatum L.
Picea omorikoides Web.
Pinus pumilio Willk.
Betula cf. *alba* L.
Vaccinium priscum Web.
Calluna vulgaris Salisb.

c) Der Sphagnumtorf.

Der Sphagnumtorf erschien im grubenfrischen Zustande erst rotbraun, dann dunkelbraun. Nach dem Trocknen hatte er mit Ausnahme der obersten Lage eine hell-sepiabraune Farbe mit gelber Tönung.

Auch dieser Torf war sehr hart und zähe. Er liefs sich in dünne Blätter spalten, auf denen die ihn bildenden Sphagnumpflanzen deutlich erkannt werden konnten. Wegen der starken Zusammendrückung, die der Torf erfahren hatte, vermochte ich aber einzelne Moospflanzen nur bruchstückweise herauszulösen. Die herrschende Art war *Sphagnum teres*. Nur ganz untergeordnet traten daneben hier und da auch noch *Sphagnum medium*, ein der Cuspidatum-Reihe angehöriges Sphagnum, das nicht näher bestimmt werden konnte, und *Polytrichum juniperinum* auf. Der Torf war stellenweise reichlicher, stellenweise spärlicher mit den Blättern und schwachen Stämmen des *Vaccinium priscum* durchsetzt. Ebenso ungleichmäfsig verteilt und sparsam erschienen die Blätter und Reiser der Moosbeere (*Vaccinium oxycoccus*). In der nämlichen ungleichmäfsigen Verteilung zeigten sich dünne, auffallend schlanke Faserschöpfe des scheidigen Wollgrases. In dünnen Lagen von geringer Längenerstreckung, die im untersten Teile der Schicht häufiger als in den oberen getroffen wurden, bemerkte ich auch die dichtrasige Form dieser Pflanze. Namentlich im

untern Teile der Schicht kamen einzelne dünne, linsenförmige Bänke vor, die in einem bräunlichen Moder eingebettet zahlreiche Reiser und stark verweste Blätter des *Vaccinium priscum* enthielten, daneben öfters Wurzeln der Bergföhre und einmal einen verkrüppelten Stamm der Omorikafichte.

Vereinzelt bemerkte ich in dem reinen Sphagnumtorf der Schicht eine ungeflügelte Nuſs der Weiſsbirke, einige dünne Rhizome, wahrscheinlich von einer Carex, winzige Feuerkohlen von Fichtenholz, eine durch Feuer verkohlte Omorikanadel, einen groſsen, sehr verwitterten Zapfen dieser Fichte, und einen kleinen ungeflügelten Föhrensamen, wahrscheinlich von der Bergföhre. In einem nicht näher bestimmten Horizonte der Schicht wurde eine Brandlage getroffen, in der das Sphagnum durch Feuer vollständig verkohlt war.

Die eigentümlichen, rhizomartigen Gebilde aus dem Waldtorf wurden in dem Sphagnumtorf nirgends mehr gefunden. Ebensowenig vermochte ich darin die Reste der Besenheide aufzufinden. Makroskopisch erkennbarer Sand war nicht vorhanden. Erst bei der mikroskopischen Durchsicht wurden winzige, scharfeckige Quarzsplitterchen in nicht gröſserer Zahl angetroffen, als wie man gewöhnlich in dem Moostorf aus den mittleren Teilen gröſserer, rezenter Hochmoore findet. Pilzmycel und Chitinkörper wurden in ähnlicher Menge und von gleicher Art angetroffen, wie in dem Sphagnumtorf des gegenwärtigen Zeitalters in Norddeutschland.

Eine abweichende Beschaffenheit wies die oberste, etwa 10 cm mächtige Lage der Schicht auf. Der Torf war hier im trocknen Zustande dunkler, er war bröckeliger und moderartig. Er lieſs sich schlecht in horizontale Lagen spalten und dies auch nur im untern Teile. Moosreste waren auch mit der Lupe nicht mehr deutlich erkennbar. Erst bei der mikroskopischen Untersuchung stellte sich heraus, daſs er aus verwittertem *Sphagnum teres* bestand. Die obersten 2—3 cm stellten einen nahezu strukturlos gewordenen, wieder vertorften Moder dar. Zugleich war dem organischen Materiale hier sehr viel staubfeiner Quarzsand beigemengt, was allerdings erst bei der mikroskopischen Durchsicht des Torfes erkannt wurde. Nur in der obersten, am stärksten

verwitterten Rinde waren auch mit unbewaffnetem Auge dünne, bis zu 1 mm dicke und einige Centimeter lange Sandschmitzen erkennbar.

In dieser Verwitterungslage traten die dichtrasigen Faserschöpfe von *Eriophorum vaginatum* nebst starken Stämmchen von *Vaccinium priscum* auffallend reichlich auf. Ferner fanden sich hier einige beblätterte Stämmchen eines Bryum, eine balglose Carex-Nuſs, einige Nüſschen von *Potentilla* sp., ziemlich reichlich vorzüglich erhaltene Nüsse von *Betula nana*, ziemlich viel Reiser derselben Art und regelmäſsig auch die Peridien von *Cenococcum geophilum*, die mir sonst nirgends in der Sphagnumtorfschicht oder in ihren Bultlagen begegnet sind. Die Pollenkörner der Föhre und der Fichte fanden sich in dieser Lage in einer, im Vergleich mit den anderen Schichten des Flözes kaum verminderten Menge. Birkenpollen traten hier reichlich auf, während ich sie in den übrigen Torfschichten nur recht spärlich bemerkt habe.

Die in der Verwitterungsrinde des Sphagnumtorfs bestimmten Pflanzenreste sind:

Cenococcum geophilum Fr.
Sphagnum teres Ångstr.
Sphagnum sp.
Bryum sp.
Picea cf. *omorikoides* Web.
Pinus cf. *pumilio* Willk.
Carex sect. Vignea Beauv. et Reichenb.
Eriophorum vaginatum L.
Betula nana L.
Potentilla sp.
Vaccinium priscum Web.

In dem übrigen Sphagnumtorf wurden bestimmt:

Sphagnum medium Limpr.
Sphagnum teres Ångstr.
Sphagnum cuspidatum coll.
Polytrichum juniperinum Willd.
cf. *Carex* sp.

Eriophorum vaginatum L.
Pinus cf. *pumilio* WILLK.
Picea omorikoides WEB.
Betula alba L.
Vaccinium oxycoccus L.
Vaccinium priscum WEB.

d) Der torfhaltige Feinsand.

Der torfhaltige Feinsand war von dem unterteufenden Sphagnumtorf für das Auge deutlich abgesetzt; ebenso von dem darüber lagernden tonigen Glimmersande, in dem aufser kleinen, völlig desorganisierten Torfbröckchen, die auf sekundärem Lager ruhten, keine organischen Reste gefunden wurden.

Die Grundmasse der Schicht war im frischen Zustande dunkelgrau, im trocknen hellgrau. Sie bestand aus einem sehr feinen, etwas Glimmer führenden, kalkfreien Quarzsande, der durch vermoderte und vertorfte organische Beimengungen bald stärker, bald schwächer gefärbt war; doch gingen die helleren ganz allmählich in die dunkleren Lagen über. Die ganze Schicht war mit linsenförmigen, im allgemeinen mit der Unterkante parallel laufenden Torfbänken und eben solchen, aber meist schwächeren, hier und da etwas gewellten, von rein weifsem Sande gebildeten Lagen durchsetzt. Im untern Teile der Schicht waren die Torfbänke am zahlreichsten und da bis zu 3 cm mächtig; nach oben wurden sie allmählich schwächer und spärlicher, kamen aber noch unmittelbar unter der Oberkante der Schicht vor.

Diese Torfbänke bestanden aus einem sehr harten und ziemlich stark verwitterten Torf von anfangs dunkelrotbrauner, dann schwarzbrauner bis schwarzer Farbe. Vorherrschend waren sie aus Sphagnen entstanden, welche wegen der schlechten Erhaltung nicht genau bestimmt werden konnten, nämlich aus *Sphagnum acutifolium* coll. und *S. cymbifolium* coll. Dazu kommen öfters Hypnen. Der Torf liefs sich in dünne, parallele Lagen spalten und auf den Spaltflächen lagen stets in grofser Menge die Faserschöpfe des dichtrasigen *Eriophorum vaginatum*, die zum Teil sehr kräftigen Stämme und halb vermoderten Blätter von *Vaccinium*

priscum. — Die Art, wie die Pflanzenteile in diesen Torfbänken lagen, liefs nicht den geringsten Zweifel darüber, dafs es sich um Pflanzen handelte, die an Ort und Stelle gewachsen waren, obschon der Torf meist reichlich mit staubfeinem Sande durchsetzt war.

Auch die sandige Hauptmasse der Schicht war mit einer Menge meist vorzüglich erhaltener Pflanzenreste erfüllt, die keine Spuren einer längern Beförderung durch Wind oder Wasser erkennen liefsen, sondern von Gewächsen stammten, die entweder am Orte selbst oder in der Entfernung von wenigen Metern gewachsen waren.

Am häufigsten und oft in ganz aufserordentlicher Menge waren durch die ganze Schicht die Reste der Zwergbirke (*Betula nana*) in Gestalt von trefflich erhaltenen Nüssen, Fruchtschuppen und Reisern zu finden, während die ebenfalls reichlich vorhandenen Blätter meist stark vermodert waren. Ferner fanden sich regelmäfsig und meist reichlich die gut erhaltenen Nüfschen einer Potentilla und von *Rumex acetosella.* Auch die Reiser von *Vaccinium priscum* fanden sich aufserhalb der Torflagen meist reichlich. Eine Eriophorum-Nufs und einige Carex-Nüsse wurden an verschiedenen Stellen der Schicht bemerkt, häufiger auch Epidermisfetzen, die einer Cyperacee oder Graminee angehörten. Auf das Vorhandensein von Gräsern wies auch das nicht seltene Vorkommen der Pollen solcher. Trefflich erhaltene Moosreste, sowohl solche trockener wie nasser Standorte fanden sich ziemlich reichlich. Besonders ist von den Nässe liebenden *Hypnum exannulatum* zu nennen, das zuweilen in dünnen Lagen auftrat und noch dicht unter der Oberkante der Schicht angetroffen wurde. An denselben Stellen wurden auch die Ephippien von *Daphnia* (cf.) *pulex* reichlich aufgefunden, während an anderen Stellen wieder *Cenococcum geophilum* in Menge vorhanden war, derart, dafs auf ein enges Nebeneinander trockner und nasser Standorte geschlossen werden mufste.

Baumartige Gewächse lebten während der ganzen Ablagerung dieser Schicht. Pollenkörner einer Fichte und einer Föhre fanden sich reichlich an allen Stellen derselben, und zwar bis zu ihrer Oberkante. Dasselbe gilt von Birkenpollen, die wohl zumeist der

Zwergbirke angehörten, aber dieser nicht allein, wie eine entflügelte Nuſs von *Betula alba* bewies, die 35 cm unter der Oberkante angetroffen wurde. Einige Male traf ich feuerverkohlte Brocken von Fichtenholz im untern Teile der Schicht. Recht kennzeichnend für die Wuchsverhältnisse dieser Bäume war ein aufrechter Fichtenstumpf, der in der Mitte der Schicht gefunden wurde. Er war ebenso wie die flach ausstreichenden Wurzeln berindet; sein Holzkörper hatte dicht über der Wurzel einen Durchmesser von 24 mm und zeigte 54 Jahrringe. Ein nicht weit davon in demselben Horizonte angetroffener, mit vermoderter Rinde bekleideter Fichtenstamm zeigte bei 19,5 mm Holzdurchmesser 53 Jahrringe. Wahrscheinlich handelt es sich auch hier um die omorikaartige Fichte, von der eine trefflich erhaltene Nadel in der Lage von 20 — 30 cm unter der Oberkante der Schicht gefunden wurde. Denselben Ursachen, welche den Krüppelwuchs dieser Fichte bewirkten, dürfte es vielleicht zuzuschreiben sein, daſs die Reste des *Vaccinium priscum* nur bis zu 50 cm über dem Grunde der Schicht[1]), *Cenococcum geophilum* bis 70 cm angetroffen wurden, und daſs sich oberhalb der letztgenannten Grenze die Blätter von Zwergweiden zeigten, namentlich von einer an *Salix helvetica* oder *lapponum* erinnernden. Häufig wurden Spuren einer Flechte (oder vielleicht auch von Pilzen herrührend) gefunden, und zwar zuweilen in solcher Menge, daſs das ehemalige Vorhandensein eines reichen Flechtenwuchses anzunehmen ist.

Das nachstehende Verzeichnis enthält die Namen der in dem torfhaltigen Feinsande ermittelten Pflanzen:

Flechten- (oder Pilz?-) Sporen.
Cenococcum geophilum Fr.
Sphagnum sp.
Sphagnum medium Limpr.
Sphagnum cymbifolium coll.
Sphagnum acutifolium coll.
Sphagnum cf. *recurvum* Palis.
Tortella cf. *inclinata* Hedw.

---

[1]) Erikalenpollen traf ich indeſs bis 80 cm über dem Grunde der Schicht noch an.

Bryum sp.
Bryum cf. *microstegium Bryol eur.*
Mnium rugicum LAUR.
Pogonatum urnigerum WILLD.
Polytrichum juniperinum WILLD.
Hypnum sp.
Hypnum stellatum SCHREB.
Hypnum (? *aduncum* SCHIMP.).
Hypnum exannulatum GÜMB.
Hypnum giganteum SCHIMP.
Picea omorikoides WEB.
Pinus sp.
Graminee.
Carex sect. Vignea BEAUV. et REICHENB.
Carex cf. *panicea* L.
Carex sect. Carex BEAUV. et REICHENB.
Eriophorum vaginatum L.
Eriophorum angustifolium ROTH.
Betula nana L.
Betula alba coll.
Salix cf. *herbacea* L.
Salix sp.
Rumex acetosella L.
Labiate (eine kleine Klause).
Potentilla sp.
Vaccinium priscum WEB.

Ferner fanden sich einige Samen, 2 oder 3 Arten angehörig, deren Bestimmung nicht glückte.

III. Die Entwicklung und der Charakter der Vegetation.

Von Herrn C. A. Weber.

Nach dem Dargelegten entwickelte sich über dem Sande, der das Liegende des diluvialen Lüneburger Torfflözes bildet, ein dichter Waldbestand. Er wurde zuerst ausschliefslich von der omorikenartigen Fichte gebildet, die in so dichtem Schlusse wuchs, dafs der Boden darunter fast pflanzenleer war. Nur die von Zeit zu Zeit wiederkehrenden Brände gestatteten auf den entstandenen Blöfsen vorübergehend die Ansiedelung von Brombeeren und wahrscheinlich auch von Kräutern und Stauden, die aber keine erkennbaren Reste hinterlassen haben.

Nachdem durch das mindestens einige Jahrhunderte währende Wachstum der Fichten eine so hohe Humuslage angehäuft war, dafs die flach ausstreichenden Wurzeln dieser Bäume den ohnehin nährstoffarmen Sanduntergrund nicht mehr genügend zu erreichen vermochten, ging der Bestand zurück, und die absterbenden und niederbrechenden Stämme hinterliefsen Lücken, die sich mit den Horsten des scheidigen Wollgrases und mit dem Gestrüpp der alten Heidelbeere und der Besenheide bedeckten und auf denen die niedrigen Büsche des alpinen Krummholzes hier und da aufwuchsen. Zugleich entwickelte sich ein dichter und tiefer Polytrichumteppich. Der ehedem durchlässige, wenn auch feuchte Sandboden war jetzt mit einer undurchlässigen Humusschicht überzogen, welche die Versumpfung begünstigte. Sphagnumpolster erschienen; sie breiteten sich immer weiter aus, und es begann eine lange Zeit des Kampfes zwischen den Moosen einerseits, den

Wollgras-Heidebeständen und dem immer mehr verkrüppelnden Nachwuchs der Fichten und dem Krummholz andererseits.

Schlieſslich trugen die Sphagnen den Sieg davon und bildeten einen zusammenhangenden Teppich, in dem nur noch die Moosbeere und die Sphagnetumform des scheidigen Wollgrases in weiter Zerstreuung gediehen. Auf die hier und da vorhandenen Bulte von geringer Ausdehnung rettete sich die Hauptmasse der alten Heidelbeere und überzog sie dicht, in Gemeinschaft mit den dichtrasigen Horsten des Wollgrases. Ganz vereinzelt zeigte sich auf ihnen hier und da ein verkrüppeltes Exemplar der Omorika und die Legföhre, während die Besenheide fern blieb. Aber während der ganzen langen Zeit, in der das Sphagnetum nun das Moor überzog, hat der Nadelwald auf den Höhen der Umgebung geherrscht, wie die Unmenge von Fichten- und Föhrenpollen in dem Torf beweisen. Öfters wurde er von Feuer heimgesucht, wie die verloschenen Fichtenholz-Feuerfunken dartun, die sich häufig in dem Sphagnumtorf fanden und ihn an einer Stelle selber in Brand gesetzt hatten. Indem sich nun unter dem Sphagnetum die Moostorfschicht anhäufte, entstand ein Hochmoor und erreichte im Laufe langer Zeiträume eine ansehnliche Höhe.

Um für die ursprüngliche Mächtigkeit des Moores, die es vor seiner Verschüttung besaſs, einen Anhalt zu gewinnen, ermittelte ich das Volumgewicht des grubennassen, reinen Sphagnumtorfs, der einige Monate hindurch in luftfrei gemachtem destillierten Wasser aufbewahrt war, bestimmte seinen Gehalt an trockener Masse und verglich ihn mit dem jüngern Sphagnumtorf rezenter Hochmoore.

Es fand sich, daſs 100 ccm des mit Wasser vollkommen gesättigten diluvialen Sphagnumtorfs bei 105° C. getrocknet 62,44 g Trockensubstanz enthielten, während ein gleich groſser Raum des rezenten jüngern Sphagnumtorfs durchschnittlich nur 10 g lieferte. Der diluviale Torf enthielt also in dem gleichen Raume in runder Zahl sechsmal mehr Substanz als der rezente. Die entsprechende Volumänderung kann, da der Vertorfungszustand nicht viel weiter als in dem rezenten Vergleichsmateriale vorgeschritten war, nur durch das vertikale Zusammendrücken des Lagers erklärt werden,

zumal nach den Befunden des Aufschlusses ein seitliches Ausweichen nicht stattgefunden hat.

Daraus folgt, dafs die Sphagnumtorfschicht vor dem Zusammendrücken etwa sechsmal dicker gewesen ist als jetzt, also eine Mächtigkeit von mindestens 3 m aufgewiesen hat.[1])

Da der Polytrichum- Sphagnumtorf nicht ganz so stark zusammengedrückt sein dürfte, sondern schätzungsweise etwa um das dreieinhalbfache, der Waldtorf nicht ganz um das doppelte, so würden sich als die ursprünglichen Mafse der einzelnen Schichten des diluvialen Torfflözes von Lüneburg ungefähr folgende Werte ergeben:

Sphagnumtorf mehr als . . . . 3 m
Polytrichum-Sphagnumtorf . . . . . ca. 1 m
Waldtorf . . . . ca. 0,5 m

und die Gesamtmächtigkeit des Moores würde, als seine weitere Erhöhung gehemmt wurde, demnach mindestens 4,5 m betragen haben, eine Mächtigkeit, wie sie die meisten Hochmoore Norddeutschlands jetzt von dem Uebergangswaldtorf (der in unserm Diluvialmoore durch den Fichtenwaldtorf dargestellt wird) einschliefslich bis zur Oberfläche aufweisen[2]).

Es ergibt sich daraus, dafs die Moorbildung in dem Lüneburger Diluvialtorflager nicht etwa einer kurzen Episode entspricht, sondern einen sehr langen Zeitraum in Anspruch genommen hat. Da 1 m des rezenten jüngern Moostorfs von derselben Dichte und mit demselben Wassergehalte, welche der soeben angestellten Berechnung zugrunde gelegt sind, zu seiner Bildung mindestens tausend Jahre gebraucht hat, so werden wir die Bildungsdauer unseres diluvialen Moores auf mindestens 4000 Jahre veranschlagen dürfen.

---

[1]) Dabei wird nicht berücksichtigt, dafs der Sphagnumtorf vor der Bedeckung mit dem torfhaltigen Feinsande oben durch Verwitterung eine namhafte Verminderung seiner Masse erfahren hat. Wahrscheinlich betrug seine Mächtigkeit bevor dies eintrat und bevor er durch die noch zu erwähnenden klimatischen Verhältnisse austrocknete, nahezu 4 m.

[2]) Unter Berücksichtigung des natürlichen Böschungswinkels der Hochmoorhänge folgt aus der festgestellten Mächtigkeit, dafs unser Moor, als es diese erlangt hatte, einen Durchmesser von mindestens 300 m gehabt hat. Da es jetzt in dieser Ausdehnung nicht mehr vorhanden ist, so folgt weiter, dafs es zum gröfsten Teile zerstört worden ist.

Während dieser langen Zeit mufs das Klima der Sphagnumtorfbildung günstig, d. h. es mufs feucht und regenreich gewesen sein, und die Niederschläge müssen sich ziemlich gleichmäfsig über das ganze Jahr verteilt haben.

Aber ähnlich wie in der Gegenwart scheint die Feuchtigkeit periodischen Schwankungen unterworfen gewesen zu sein. Jedenfalls dürfte das Vorkommen von Bultlagen in dem Sphagnumtorf und das Vorhandensein einer Brandlage in ihm auf den zeitweiligen Eintritt von niederschlagsärmeren Perioden, ähnlich den BRÜCKNER'schen Klimaschwankungen der Gegenwart, deuten.

Wenn nun das Klima hinsichtlich der Feuchtigkeitsverhältnisse ähnlich dem gegenwärtigen in Nordwesteuropa gewesen ist, so ist das hinsichtlich seiner Temperatur nicht anzunehmen. Darauf weist das völlige Fehlen der Blütenstaubkörner der Erle, der Eiche und der Linde in dem diluvialen Moore hin. Darauf deutet ferner das Vorkommen von *Pinus pumilio*. Denn, wenn es auch richtig ist, dafs das Krummholz jetzt bei uns in Anpflanzungen gedeiht und sogar Zapfen und reife Samen bringt, so breitet es sich doch meines Wissens nicht spontan von den Orten aus, wo man es angepflanzt hat. Seine nördlichsten wilden Standorte finden sich im Böhmerwalde und in den Sudeten auf subalpinen Mooren in einer Höhe von 747—1170 m. Ähnlich wie dort werden wir uns das Klima vorzustellen haben, das zur Zeit der Entstehung unseres Moores bei Lüneburg herrschte, und nicht etwa wie das von Oberbayern, auf dessen Hochmoore *Pinus pumilio* zwar ebenfalls wächst, aber wo zugleich in nächster Nähe der Moore die Linde, die Eiche, die Erle und die Edeltanne (*Abies alba*) gedeihen[1]).

Im Einklang damit steht das Vorkommen der omorikaartigen Fichte, die wahrscheinlich nichts weiter als eine gegen Ende der Tertiärzeit in den nordeuropäischen Hochgebirgen entstandene Form von *Picea omorika Panč.* mit stärker ausgeprägtem alpinen Charakter darstellt.

---

[1]) Die Pollen der Eiche, Erle und Edeltanne nebst denen der Fichte (*Picea excelsa*) und solchen von Föhren fand ich reichlich in oberbayrischen Hochmooren der Gegenwart.

Ob auch das Fehlen der Rotfichte (*Picea excelsa*) und der Rotföhre (*Pinus silvestris*), die jetzt beide in der Lüneburger Heide von Natur heimisch sind, in unserm Diluvialmoore mit dem damaligen Klima in Zusammenhang steht, wage ich nicht zu entscheiden. Bei Aue im Erzgebirge lebte die omorikaartige Fichte in der ältern Quartärzeit mit ihnen zusammen[1]; aber es fehlte das Krummholz und die später bei Lüneburg erschienene Zwergbirke. Möglich ist es, dafs die Rotföhre durch Schneedruck, dem sie in höheren Gebirgslagen bald erliegt, auch hier fern gehalten wurde; für die Rotfichte trifft das aber nicht zu.

Es ist nicht schwer, sich das Bild der Landschaft wieder herzustellen, das die Gegend von Lüneburg zeigte, als die Sphagnumtorfbildung weiter vorgeschritten war. Dunkle, niedrige Wälder von omorikoiden Fichten, nur selten durch eingesprengte Weifsbirken belebt, bedeckten weithin die leicht gewellten Sande. Dazwischen dehnten sich wiesenartig kahl bleichgrüne, mit dünnem, wenig fruchtenden Wollgrasgehälm und Moosbeeren durchwirkte Torfmoosebenen. Zerstreute dunkle Flecken auf ihnen bezeichneten die mit Krummholz und einzelnen verkümmerten Fichten bewachsenen von dem glänzend grünen Laube der alten Heidelbeere dicht umkränzten Bulte. Die flachen Hochmoorhänge überzog ein nach oben lichter und niedriger werdender Krüppelwald mit Heidelbeergestrüpp, und ihren Fufs säumte der mit dichten, mächtigen Wollgrashorsten durchsetzte dunkel-olivengrüne Polytrichum-Moosrasen.

Auf jeden Fall tritt in dem Charakter der diluvialen Flora von Lüneburg ein, wenn ich so sagen darf, subalpiner Zug mit grofser Deutlichkeit hervor. Wir wissen freilich nicht, wie der subarktische Wald gegen das Ende der Tertiärzeit und bei dem Beginn der Quartärzeit ausgesehen hat, aber wir können mit genügender Wahrscheinlichkeit behaupten, dafs das Krummholz nicht in ihm heimisch gewesen ist, sondern seinen Ursprung in den südlicheren Hochgebirgen Europas genommen hat und von da in

---

[1]) Beck und Weber: Über ein Torflager im ältern Diluvium des sächsischen Erzgebirges. Zeitschr. d. Deutschen geol. Ges. 1897, S. 662.

der Zeit, von der wir reden, in die norddeutsche Ebene hinabgestiegen ist. Es dürfte daher auch als berechtigt erscheinen, das Klima, das damals bei Lüneburg herrschte, als subalpin zu betrachten und zu vermuten, daſs es durch eine entsprechende Erhebung des Landes über den Meeresspiegel verursacht wurde.

Aber die durch lange währende, gleichmäſsige und hohe Feuchtigkeit bedingte starke Anhäufung von Sphagnumtorf erreichte zuletzt ein Ende, indem das Moos abstarb, der Torf, den es hinterlassen hatte, an seiner Oberfläche verwitterte und sich zuletzt mit feinem Sande mischte. An der Stelle des geschlossenen Sphagnumteppichs bedeckte sich das Hochmoor mit einem Gestrüpp der Zwergbirke und der alten Heidelbeere und mit dichten Wollgrashorsten, zwischen denen einige Seggenarten, eine Potentilla und ein Bryum gediehen. Das Moor wurde durch natürliche Vorgänge in eine Art von Heidemoor verwandelt, wie die meisten norddeutschen Hochmoore der Gegenwart durch Trockenlegung von seiten der Menschen zu Heidemooren geworden sind.

Der Umstand, daſs erst jetzt die Zwergbirke erschien, beweist meines Erachtens in diesem Falle nicht unbedingt ein weiteres und namhaftes Sinken der Temperatur. Diese Art hätte auch in der voraufgegangenen Zeit recht gut auf dem Hochmoore gedeihen können, und es wäre wahrscheinlich geschehen, wenn sie in dem nordwestdeutschen Gebiete damals allgemein verbreitet gewesen wäre. Ihr spätes Auftreten scheint mir vielmehr darauf hinzudeuten, daſs sie überhaupt erst jetzt auf ihrer Wanderung hierher gelangt war, und daſs ihre Heimat in der voraufgegangenen geologischen Epoche nicht da zu suchen ist, wo die des Krummholzes und der omorikoiden Fichte war.

Bald nach dieser Zeit wurde das Moor mit Sand überschüttet. Dieser kann nicht durch Wasser herbeigeführt worden sein. Denn abgesehen davon, daſs es ganz gewaltige Wassermengen sein müssen, die einen etwa 4 m über die Umgebung emporragenden Hügel überfluten, so hätten sie doch irgend erkennbare Spuren ihrer Wirkung auf das Moor hinterlassen müssen, und ihre Wirkung hätte um so auffallender sein müssen, als der Sphagnumtorf damals noch schwimmfähig war. Wohl können geringmächtige

Sphagnumtorfbildungen, die fest mit der Unterlage verwachsen sind, in ein langsam steigendes Gewässer ziemlich unversehrt untertauchen; aber je gröfser ihre Mächtigkeit ist, um so geringer wird die Wahrscheinlichkeit, dafs dies ohne starke Störungen und Abtragungen vor sich geht.

Ueberdies beweisen die wiederholten Ansätze zur Moostorfbildung in der vierten Schicht unseres Profiles, zumal wenn man die torfbildenden Arten ins Auge fafst, sowie das gänzliche Fehlen von Wassergewächsen, dafs es sich hier nicht um einen Absatz aus Wasser handelt. Vielmehr bleibt gar keine andere Annahme als die übrig, dafs der Sand dieser Schicht durch den Wind herbeigeführt wurde, der ihn in der nicht mehr von geschlossenem Walde bedeckten Umgebung des Moores abtrug. Daraus folgt, dafs das Klima windreicher und stürmischer und zugleich trockner geworden war, und wir werden in der Annahme nicht fehl gehen, dafs gerade die dadurch bewirkte stärkere Verdunstung den Untergang des ehemaligen Hochmoorsphagnetums herbeigeführt hat und es zu keiner neuen Hochmoorbildung von gröfserer Mächtigkeit kommen liefs.

An der Stelle des flachen Hügels, den das Hochmoor ehedem darstellte, breitete sich nunmehr ein nasses Sandfeld aus, bedeckt mit Gestrüpp der Zwergbirke und der alten Heidelbeere, über das sich hier und da ein kümmerlicher Strauch der Omorikafichte und der Weifsbirke, vielleicht auch der Bergföhre erhob, alle Holzgewächse vermutlich reichlich mit Flechten behangen, während sich in den nassen, zeitweilig von Wasser erfüllten Lachen Hypnen und Sphagnen ansiedelten und kleine Moorbildungen hinterliefsen, die alsbald mit Wollgräsern bewuchsen und bald wieder überweht wurden. Hier und da boten kleine Sandwehen auch mehr Trockenheit liebenden Gewächsen einen Standort, wie *Rumex acetosella*, *Potentilla*, *Pogonatum urnigerum*, *Tortella* und *Bryum*-Arten. Kurz bevor die endgiltige Verschüttung dieser Vegetation mit dem Material der dritten Schicht erfolgte, erschienen auch niedrige Weidenarten.

Es bleibt dahingestellt, ob die zunehmende Verschlechterung des Klimas mit einer stärkern Landhebung zu erklären sei. Näher liegt es, wie mir scheint, sie mit dem Heranrücken eines

Landeises in Verbindung zu bringen, zumal wir ja den Spuren eines solchen in den Schichten begegnet sind, welche das Hangende der fossilienführenden unseres Aufschlusses bilden. Bereits zu der Zeit, als die Bildung des Waldtorfs begann, muſs Skandinavien stark vereist gewesen sein, wofern dort eine ähnliche Landhebung wie in Nordwestdeutschland stattgefunden hatte.

Je weiter dieses Landeisfeld an Fläche gewann, um so gröſsere Ausdehnung und Intensität muſste das barometrische Maximum annehmen, das sich im Sommer über ihm ausbildete, und um so häufigere und stürmischere Winde mit östlicher Richtung muſste es während der Vegetationszeit über Nordwestdeutschland hervorrufen, wodurch die Ereignisse eingeleitet sein mögen, welche zu dem Untergange des weiten, geschlossenen Hochmoorsphagnetums und zu der Ablagerung der sandigen Schicht über dem Hochmoore führten. Als die tundrenähnliche Vegetation lebte, die sich in ihr eingeschlossen fand, hatte der Rand des Landeises vermutlich schon den südlichsten Teil des Ostseebeckens erreicht, wenn nicht gar überschritten.

Wenn nun auf Grund der floristischen Befunde des Lüneburger Aufschlusses der mir bereits bei einer frühern Gelegenheit[1]) entgegen getretene Gedanke hier mit mehr Grund wieder aufgenommen wird, nämlich der Gedanke, daſs eine starke Landhebung Norddeutschlands stattgefunden hatte, als jene Pflanzenwelt hier lebte, so wird sich auch der weitere Gedanke nicht als unberechtigt von der Hand weisen lassen, daſs diese Landhebung ganz Nordeuropa betroffen habe und daſs sie diejenige Eiszeit, in deren Beginn die vierte und fünfte Schicht des in Rede stehenden Profiles abgelagert wurde, entweder allein verursacht habe, oder doch bei deren Entwicklung als verschärfender Faktor in Mitwirkung gewesen sei.

Dadurch werden alle Erscheinungen, auf die wir aus den dort gemachten Beobachtungen schlieſsen, zu Folgeerscheinungen der-

---

[1]) Weber: Über eine omorikaartige Fichte aus einer dem ältern Quartäre Sachsens angehörenden Moorbildung. Engler's Bot. Jahrb. Bd. XXIV, S. 535. Ferner: Versuch eines Überblickes über die Flora der Diluvialzeit. 1899. Siehe den Abschnitt über Aue.

selben einheitlichen Ursache, die sich in gesetzmäfsiger Reihenfolge und ebensolchem Zusammenhange abspielen: die subalpine Vegetation bei Lüneburg und die Entstehung eines Landeises in Skandinavien, die Entwicklung tundrenähnlicher Verhältnisse infolge seiner Ausbreitung und die Vermischung alpiner und nordischer Florenelemente bei Lüneburg, und endlich die Anhäufung glacialer Schuttmassen an demselben Orte.

Es soll hier keine Stellung zu der Frage genommen werden, ob alle Eiszeiten in ähnlicher Weise erklärt werden müssen, wie ich es für die, in deren Beginn die fossilienführenden Schichten bei Lüneburg entstanden sind, als möglich betrachte. Dagegen ist die Meinung abzulehnen, dafs aus der hier vorgetragenen Mutmafsung gefolgert werden müsse, es habe nur eine einzige Eiszeit gegeben. Die Gründe, welche dagegen sprechen, sind von mir früher dargelegt[1]) und bislang in keiner Weise widerlegt worden; ja sie werden, wie leicht einzusehen ist, ganz wesentlich verschärft durch die Annahme, dafs nicht nur Skandinavien, sondern zugleich auch Norddeutschland an der Landhebung beteiligt gewesen sei. Demgegenüber fällt es nicht ins Gewicht, dafs in dem Aufschlusse bei Lüneburg die Spuren einer Wiederholung der Eiszeiten nicht gefunden sind. Wenn man berücksichtigt, wie jedes folgende Landeis zerstörend auf die Bildungen des vorhergegangenen wirken mufs, so hat der Schlufs aus dem Nichtbeobachtethaben und selbst der aus dem Nichtvorhandensein, der ja immer mit Vorsicht zu machen ist, hier eine besonders geringe Zuverlässigkeit. Was bürgt mit Sicherheit dafür, dafs in den beiden hangenden Schichten des Aufschlusses nicht die durcheinander gearbeiteten Erzeugnisse zweier verschiedener Eiszeiten vorliegen? oder wer bürgt zuverlässig dafür, dafs nicht an dieser Stelle ein späteres Landeis zufällig keine Rückstände oder nur solche hinterlassen hat, die leicht wieder durch Wind und Wasser fortgeführt werden konnten?

Überdies erheben sich, wie mir scheint, auch wegen der Pflanzenfunde in unserm Aufschlusse Bedenken gegen die Auf-

[1]) Weber: Zur Kritik interglacialer Pflanzenablagerungen, Abh. Naturw. Ver. Bremen 1896, Bd. XIII, S. 484. Ferner: Über die fossile Flora von Honerdingen etc. Ebenda S. 451 f.

fassung einer Einheitlichkeit der Eiszeit. Wenn nämlich während dieser einheitlich gedachten Zeit die klimatischen Verhältnisse in Norddeutschland derart lagen, dafs das Krummholz der Alpen in der Ebene an einem so weit nach Norden vorgeschobenen Standorte wie Lüneburg zu gedeihen vermochte, so ist es kaum zu erklären, warum es jetzt nicht auf dem Oberharz wächst[1]), warum es nicht wie andere alpine Pflanzen dem endlich zurückweichenden Landeise nach Skandinaviens Hochlanden gefolgt ist und nicht einen Bestandteil der jetzt dort lebenden Pflanzenwelt bildet. Dagegen ist es wohl verständlich, dafs sich zur Zeit der stärksten Ausbreitung des Landeises in Norddeutschland, die hier meiner Meinung nach während der ersten Glazialperiode stattgefunden hat, in dem Gebiete zwischen dem nordischen und dem alpinen Eisfelde in Deutschland eine Mischung der alpinen und der arktisch-polaren Flora vollzog, dafs sich in der nächsten Interglazialzeit Skandinaviens Hochgebirge mit Wäldern von omorikaartigen Fichten und Bergföhren umkränzten und dafs in einer der folgenden Eiszeiten — vielleicht erst in der letzten[2]) — die Verhältnisse für das Gedeihen beider Holzarten, wie mancher anderer Alpenpflanzen, die wir in Skandinavien jetzt vermissen, die Verhältnisse in Norddeutschland so ungünstig gestalteten, dafs sie sich dort nicht wieder anzusiedeln vermochten, sondern bei der Rückwanderung aus dem Norden ohne Zuzug aus dem Süden zu Grunde gingen.

---

[1]) Es ist mir bei einem zweimaligen Besuche der Brockenmoore (1892 und 1895) auch nicht gelungen, in ihnen Reste der Bergföhre aufzufinden.

[2]) Annuaire géologique et minéralogique de la Russie, 1902, T. V, Liv. 6, S. 180.

IV. Die Flora des Lüneburger Diluvialmoores.

Von Herrn C. A. Weber.

(Taf. I—XVIII.)

Um den Leser in die Lage zu setzen, sich selber ein Urteil über die Berechtigung der vorstehenden Betrachtungen zu bilden, und ihm zugleich ein anschauliches Bild der kleinen Flora und des Erhaltungszustandes ihrer Reste zu geben, soll hier eine ausführliche, zumeist durch Abbildungen unterstützte Beschreibung der Funde folgen, so weit mir bei denselben, wie ich glaube, eine weitere oder nähere Bestimmung geglückt ist. Zugleich soll dadurch ein Einblick in die Arbeitsmethode gewährt werden. Dafs bei der Bestimmung, so weit es nötig und möglich erschien, alle in Betracht kommenden Momente geprüft sind, war selbstverständlich. Oft ist der Forscher aber bei diesem Bemühen vor die Frage gestellt, ob er einen wertvoll erscheinenden Fund der anatomischen Untersuchung opfern soll oder nicht. Ich habe in allen Fällen, wo die Zergliederung einigermafsen Erfolg zu verheifsen schien, den ersten Weg gewählt, leider nicht immer mit Glück. Doch ist durch die Vernichtung eines zweifelhaften Fundes, wie mir scheint, nie etwas verloren. Ich halte es daher nicht der Mühe für wert, die wenigen verunglückten Bestimmungsversuche zu erwähnen. Ebenso lasse ich einen der zwei Funde fort, bei dem auch auf dem Wege der anatomischen Untersuchung vorläufig nichts zu erhoffen war. Vielleicht setzt mich später ein günstiger Zufall in die Lage, sie zu bestimmen. Es erscheint ausgeschlossen, dafs dadurch das Gesamtergebnis, zu dem ich gelange, irgendwie geändert werde. Sie sind übrigens im II. Kapitel erwähnt worden.

Ich bemerke noch, dafs es mir bei der Besprechung der einzelnen Arten nicht daran lag, ein völlig erschöpfendes Bild ihrer geographischen Verbreitung zu geben, sondern es lag mir nur daran, ihre klimatischen Ansprüche mit wenigen Strichen zu skizzieren und über die Herkunft der Pflanzen ein einigermafsen wahrscheinliches Urteil zu gewinnen. Den gleichen Zweck verfolgen die Angaben über das fossile Vorkommen.

1. Cenococcum geophilum Fries.

Taf. I, Fig. 1 u. 2.

Die tiefschwarzen, hohlen Peridien mit matter Oberfläche sind von unregelmäfsig kugeliger Gestalt. Ihr Durchmesser schwankt von 0,5—3,3 mm. Zuweilen sind zwei miteinander verschmolzen. Sie fanden sich reichlich in dem Waldtorf, den unteren Bultlagen des Polytrichum-Sphagnumtorfs und in allen sandigen Teilen der vierten Schicht.

Dieser Pilz findet sich in Norddeutschland hin und wieder massenhaft in der Humuslage der Wälder und Heidestrauchbestände. Er soll durch ganz Europa vorkommen. Wie weit er nach Norden geht und in den Gebirgen emporsteigt, habe ich nicht erfahren. Fossil ist er in dem Diluvialmoore von Aue, in den interglazialen Schichten von Honerdingen, Schulau und Grünental beobachtet. In den Waldtorflagen und dem unter Waldtorf liegenden Sande der postglazialen Moore Norddeutschlands ist er oft in Menge vorhanden G. Andersson fand ihn auch in den postglazialen Mooren Finnlands.

2. Pilzmycel.

Taf. I, Fig. 4.

Pilzmycel fand sich in sämtlichen Schichten des Torfflözes wie in dem torfhaltigen Feinsande in seinem Hangenden, besonders reichlich im Waldtorf und im Polytrichum-Sphagnumtorf. Die dort vorkommenden Formen sind in der Abbildung wiedergegeben.

3. Polyporus annosus. Tr.

Die braunen, bis 0,004 mm dicken Mycelfäden durchzogen das rotfaule Holz namentlich der Wurzeln von *Picea omorikoides* in derselben Weise wie bei rezenten Nadelhölzern. Obwohl die Fruchtkörper nicht erhalten geblieben sind, ist nach Maſsgabe des Auftretens m. E. an keinen andern als den genannten Pilz zu denken. Er ist in Europa, Sibirien und Nordamerika heimisch.

4. Flechten- oder Askomycetensporen.

Taf. I, Fig. 3.

Beobachtet wurden zweizellige, 0,020 mm lange und mehrzellige, bis 0,047 mm lange spindelförmige Sporen sowohl in dem Waldtorf wie in der vierten Schicht, in letzterer besonders häufig. Da die Cladonien einzellige Sporen haben, von denen es fraglich ist, ob sie sich für gewöhnlich fossil erhalten können, so sind diese ausgeschlossen; jede nähere Bestimmung scheint mir unmöglich zu sein.

5. Sphagnum acutifolium coll.

Ein nach der Gestalt der Chlorophyllzellen der Acutifoliumreihe angehörendes, aber nicht näher bestimmbares Sphagnum bildet die Hauptmasse der dünnen Torflagen der vierten Schicht.

Sphagnum acutifolium Ehrh. tritt noch in russisch Lappland torfbildend auf und ist an Grönlands Westküste verbreitet. In den Alpen wurde es bis 2470 m Höhe angetroffen.

6. Sphagnum teres Ångstr.

Taf. II, Fig. 9—14.

Der Stamm der fossilen Pflanzen war kräftig, mit gut entwickeltem Holzkörper, der ungefähr 6 Zelllagen enthielt. Eine mindestens dreischichtige Auſsenrinde war vorhanden, jedoch nicht immer erhalten geblieben; im letztern Falle lieſs sich aber an dem Aussehen der Oberfläche des Stammes erkennen, daſs sie vorhanden gewesen war. Von den Stammblättern waren nur die

unteren Teile erhalten geblieben. Die Äste besafsen Retortenzellen, deren Hals nicht auffallend gebogen oder verlängert war. Die Astblätter waren lanzettlich, zugespitzt, an der Spitze mit drei Zähnchen versehen, mit 2—3 Zellen schmal gesäumt, ihre Leerzellen im untern Teile des Blattes sehr verlängert, von der Blattmitte aufwärts rasch verkürzt, wodurch das Zellnetz im obern Teile des Blattes auffallend dichter als im untern erschien. Die grofsen, eckständigen Poren nahmen bei den unteren Zellen zuweilen deren ganze Breite ein, zuweilen erschienen sie da auf die Mitte der Aufsenwand gerückt. Die Chlorophyllzellen waren auf Querschnitten beiderseits frei, rhombisch oder elliptisch-oblong. Papillen wurden nicht bemerkt.

Wegen der beiderseits freien Chlorophyllzellen und der mehrschichtigen Stengelrinde kommen von den jetzt bei uns lebenden Sphagnen in Betracht *S. squarrosum*, *S. teres*, *S. laricinum* und *S. platyphyllum*. Bei den zwei zuletzt genannten Arten sind die Poren der Astblätter aber wenigstens in den oberen Blattteilen klein und längs der Kommissuren gereiht, was bei unserer Pflanze nicht zutrifft; sie fallen also fort.

Die beiden anderen Arten sind nicht scharf voneinander getrennt. Dennoch sprechen die eilanzettförmigen Blätter, an denen sich auf den Schichtflächen des Torfs niemals ein sparriges Abstehen der Spitzen auffinden liefs, dafür, dafs *S. teres* ÅNGSTR. vorliegt. Das Fehlen von Papillen spricht nicht dagegen, da ich sie auch bei rezenten Pflanzen dieser Art schon oft vergeblich gesucht habe.

Die im Sphagnumtorf zahlreich angetroffenen Sphagnumsporen, von denen einige auf Taf. I, Fig. 7 abgebildet sind, gehören wahrscheinlich gröfstenteils dieser Art an.

S. teres ist durch ganz Mittel- und Nordeuropa verbreitet, in Skandinavien kommt es bis zur Küste des Eismeeres vor. In Grönland hat man es noch an der Diskobucht an verschiedenen Stellen beobachtet. Auch in Nordamerika ist es heimisch. In den mitteleuropäischen Gebirgen steigt es bis zu 1500 m und darüber empor. In mehreren norddeutschen, zumal nordwestdeutschen Hochmooren fand ich es hervorragend an der Bildung des jüngern

Moostorfes beteiligt. Zuweilen findet es sich hier, wie in dem Lüneburger Diluvialmoor, fast ausschliefslich, nur von etwas *Sphagnum medium* begleitet.

7. Sphagnum cymbifolium coll.

Bei der mikroskopischen Durchsicht des Materials der vierten Schicht, zumal deren Torfstreifen, wurden häufig Blattreste gefunden, welche nach der Gestalt des Zellnetzes und dem mangelnden Saume einer Pflanze der Cymbifoliumreihe angehören. Es gelang nicht, auf Querschnitten ein zur nähern Bestimmung brauchbares Bild zu erhalten.

8. Sphagnum medium Limpr.

Taf. I, Fig. 5 u. 6.

Im Sphagnumtorf wurden vereinzelte Blätter dieser Art beim Schlämmen gefunden, deren genaue Bestimmung sich durch Querschnitte ermöglichte. Dasselbe war der Fall bei mehreren in der vierten Schicht gefundenen Blättern. Dagegen lieferten die Schnitte durch die Blätter aus dem Waldtorf kein ganz klares Bild. Die Wände der Assimilationszellen und die sie einschliefsenden Seitenwände der Leerzellen waren bei allen untersuchten Blättern stets dickwandig, während sie bei den lebenden Pflanzen meist ganz dünnwandig sind. Indessen habe ich dieselbe Eigentümlichkeit einige Male bei lebenden Exemplaren in genau derselben Weise, ja gelegentlich mit noch stärkerer Verdickung der Einschliefsungswände, gefunden. Das gleiche war auch der Fall bei *Sphagnum medium* aus dem Diluvialtorf von Aue im Erzgebirge. Meine frühere Annahme, dafs es sich in diesem Falle um eine Zwischenform zwischen *S. cymbifolium* und *S. medium* handele[1]), ist durch die Untersuchung der lebenden Exemplare nicht bestätigt worden; sie trugen durchaus den Habitus von *S. medium.* Immerhin ist es möglich, dafs eine ältere Form vorliegt.

Aufser bei Aue ist diese Art fossil von mir noch in dem

---

[1]) Englers Botan. Jahrb. 1898, Bd. XXIV, S. 533. *Sphagnum* cf. *cymbifolium* Ehrh.

interglazialen Lager von Groſs-Bornholt gefunden worden. Sie bildet den Hauptbestandteil des ältern wie des jüngern Moostorfs vieler norddeutscher Hochmoore der Gegenwart. Die Pflanze lebt in Europa wie in Nordamerika. Sie ist eine der häufigsten mitteleuropäischen Arten, im Riesengebirge steigt sie nach LIMPRICHT bis 1400 m empor, nach LINDBERG findet sie sich in russisch Lappland. Aus dem hohen Norden ist sie sonst meines Wissens nicht bekannt.

9. **Sphagnum cuspidatum** coll.

Bei der mikroskopischen Durchsicht des Sphagnumtorfs fand ich einigemale Bruchstücke von Blättern, die nach ihrer Gestalt wie nach ihrem Zellnetze zweifellos einer Art der Cuspidatumreihe angehören, ohne daſs sich eine nähere Bestimmung ermöglichte. Vielleicht weisen die groſsen Sporen mit gekörnelter Oberfläche (Taf. I, Fig. 8), die ich einigemale im Sphagnumtorf und im Polytrichum-Sphagnumtorf antraf, auf *S. cuspidatum* EHRH. hin.

10. **Sphagnum** cf. **recurvum** PALIS.

Vereinzelte Blätter, die nach ihrer Gestalt und nach der Beschaffenheit des Zellnetzes sehr wahrscheinlich dieser Art angehören, wurden in der vierten Schicht selbst noch 10 cm unter der Oberkante gefunden. Die Querschnitte lieferten kein völlig klares Ergebnis.

Sphagnum recurvum ist in den Alpen bis 2200 m gefunden, an Grönlands Westküste an mehreren Stellen. In Mitteleuropa ist es sehr häufig. An der Zusammensetzung des ältern wie des jüngern Moostorfs norddeutscher Hochmoore ist es oft hervorragend beteiligt.

11. **Tortella** cf. **inclinata** HEDW. fil.

Taf. II, Fig. 15—17; Taf. III, Fig. 18.

Es wurden nur drei Exemplare und einige Blätter etwa 45 cm über der Oberkante der vierten Schicht gefunden.

Die Blätter an dem allein erhalten gebliebenen Schopfende

gedrängt, 2,3—2,5 mm lang, etwa 0,5 mm breit, die Spitzen meist abgebrochen und das Chlorophyllparenchym der einschichtigen Lamina immer mehr oder minder stark ausgebrochen, linealisch-lanzettlich, kurz zugespitzt, mit flachem, ganzen Rande. Die Rippe kräftig, am Grunde 0,06—0,10 mm breit, am Rücken glatt; sie tritt mit kurzem, schwach gebogenen, einzelligen Stachelchen aus. Die Zellen des untern Blattteils oblong, 0,04—0,07 mm lang, 0,012—0,016 mm breit, glatt und dünnwandig. Von diesem scheidenförmigen Grunde zieht sich am Rande des Blattes ein sich verschmälernder und bald verschwindender Saum schmal-oblonger Zellen nach oben. Die Zellen des obern Blattteiles rundlich und quadratisch, klein und von denen des scheidenartigen Teiles plötzlich und scharf abgesetzt. Ihr Durchmesser beträgt 0,006—0,008 mm, sie tragen auf beiden Seiten der Lamina kräftige, meist zweispitzige Papillen. Dieselben sind im obern Teile des Blattes am stärksten und stimmen hier mit denen von *Tortella inclinata* überein; im übrigen Teil des Blattes sind sie schwächer als bei dieser Art.

Eine eingehende Vergleichung der jetzt in Europa lebenden Pottiaceen, sowie der Arten der Gattung *Hymenostomum* führte zu der Ueberzeugung, dafs eine Tortella vorliegt. Wegen der Beschaffenheit der Blattspitze kommen meines Erachtens nur *T. inclinata* und *T. caespitosa* in Betracht. Die Identität mit der erstgenannten Art wage ich wegen des abweichenden Verhaltens der Papillen nicht auszusprechen. Für den Vergleich mit der sehr seltenen *T. caespitosa* fehlte es mir an Material, und die Beschreibungen sind für derartige Zwecke meist nicht ausreichend.

Tortella inclinata ist auf kalkhaltigem Boden in den Alpen bis 2470 m beobachtet; im norddeutschen Tieflande scheint sie zu fehlen.

11. Webera nutans Hedw.

Taf. III, Fig. 19—23; Taf. IV, Fig. 24; Taf. VII, Fig. 53.

Es wurden nur Blätter im obern Teile des Waldtorfs und im Polytrichumtorf durch Schlämmen erhalten. Sie waren linealisch-lanzettlich, 1,19—1,45 mm lang, 0,37—0,45 mm breit, ihr Rand

im obern Teile mit meist kleinen Zähnchen besetzt und die Spitze durch eine kurze, bald breit, bald scharf gespitze Zelle gekennzeichnet. Das Zellnetz ziemlich eng, die Zellen am Grunde oblong, dann länglich sechseckig, im mittlern Teile des Blattes 0,040—0,070 mm lang, 0,009 mm breit. Die Wand der untersten Zellen wenig, nach oben hin zunehmend stärker verdickt und besonders im mittlern Teile des Blattes getüpfelt. Die Rippe kräftig, am Grund 0,04—0,06 mm breit, allmählich zugespitzt, dicht vor der Spitze des Blattes endend.

Die Gestalt der Blätter und des Zellnetzes sowie das Verhalten des Randes und der Rippe machte es gewifs, dafs diese Blätter der vielgestaltigen *Webera nutans* angehören. Sie wächst sowohl im äufsersten Norden Europas und auf Grönland wie in den Alpen, wo sie bis 2530 m emporsteigt.

12. Bryum cf. microstegium Bryol. eur.

Taf. IV, Fig. 25—27.

In dem Sande der vierten Schicht wurde 35 cm über der Unterkante ein kleines, 4,5 mm hohes Pflänzchen mit meist gut erhaltenen Blättern gefunden. Der Stamm war 4,2 mm lang, an seinem untern Ende mit Resten von Wurzelfilz bedeckt. Die tiefgebräunten Haare waren glattwandig. Ein dazwischen befindliches etwas stärkeres trug einige Knospen und war mit einer feinkörnigen Cuticula bedeckt. Die Blätter waren im untern Teil des Stämmchens klein und steil aufwärts gerichtet, im obern schopfig gedrängt und gröfser, bis 1,5 mm lang und 0,40 mm breit.

Die Schopfblätter waren lanzettförmig, lang zugespitzt, ihr Rand war gesäumt, flach und zeigte nur an der äufsersten Spitze zuweilen einige undeutliche Zähnchen. Der Saum war deutlich abgesetzt; er wurde gewöhnlich von 3, seltener 2 Reihen dickwandiger, langgestreckter Zellen in einfacher Lage gebildet. Die Chlorophyllzellen waren rhombisch-hexagonal, im mittlern Teile des obern Laminaabschnittes 0,023—0,040 mm lang, 0,013—0,020 mm breit; gegen den Rand wurden sie länger und schmäler. Im untern Blattteile waren sie rektangulär und in den etwas herab-

laufenden Rändern locker. Alle Zellen waren dünnwandig, ungetüpfelt.

Die Rippe war kräftig, am Grunde 0,033 mm breit. Sie trat als lange, ein Viertel der Laminalänge erreichende, entfernt gezähnelte Granne aus. An der Austrittstelle war sie bei kräftigen Schopfblättern 0,0178—0,020 mm breit. Bei den unteren Stammblättern verschwand die Rippe vor der Spitze.

Eine eingehende Vergleichung mit den in Europa lebenden Arten machte es wahrscheinlich, daſs die fossile Pflanze *B. microstegium* sehr nahe steht oder vielleicht mit ihm identisch ist. Diese Art wurde von SCHIMPER auf dem Dovrefjeld entdeckt und ist auch aus den Alpen bekannt.

13. Bryum sp.

In der Verwitterungsrinde und an einer Stelle der vierten Schicht wurden einige Bryum-Reste gefunden, die nicht der eben beschriebenen und wahrscheinlich verschiedenen Arten angehören. Ihr Erhaltungszustand lieſs den Versuch einer nähern Bestimmung wenig aussichtsvoll erscheinen.

14. Mnium rugicum LAUR.

Taf. IV, Fig. 28—33; Taf. V, Fig. 34—36.

In dem Sande der vierten Schicht fanden sich 35 cm über der Unterkante eine gröſsere Anzahl von Blättern eines Mnium, davon mehrere ganz unversehrt, zwei noch in Verbindung mit einem kleinen Stücke des Stammes. Diese Blätter waren aus schmalem, nicht herablaufenden Grunde zumeist breit elliptisch, einige fast kreisrund, mehrere oben mehr oder minder weit ausgerandet und alle mit kleinen, aufgesetzten Endspitzchen versehen. Sie waren schmal gesäumt und gerippt. Ihre Länge schwankte zwischen 1,9 und 3,5 mm, ihre Breite zwischen 1,7 und 2,9 mm, die Länge des Endspitzchens zwischen 0,04 und 0,08 mm.

Die Blattzellen (V, 34) bildeten divergente Reihen; ihre Gröſse nahm von der Rippe bis zum Rande allmählich ab. In der Nähe der Rippe waren sie gestreckt-hexagonal, 0,070—0,100 mm lang

und 0,040—0,025 mm breit. Am Blattsaume wurden sie in der Flächenansicht isodiametrisch und ihr Durchmesser schwankte hier zwischen 0,020—0,050 mm. Die Wand war sehr dünn, 0,0015 bis 0,0040 mm dick und sehr spärlich mit kleinen Tüpfeln versehen.

Der Saum (V, 35) war einschichtig und bestand meist aus 3—4, zuweilen aus 2, 5 oder 6 Reihen verlängerter Zellen mit dunklerer Wand. Meist war der Rand ganz glatt, aber bei einigen Blättern fanden sich im obersten Blattteile an ihm kleine einzellige Zähne. Ein einziges Blatt war reichlicher gezähnt.

Die Rippe war unten mäfsig breit und nahm etwa ein Viertel des Blattgrundes ein. Bei den gröfsten Blättern war sie an dieser Stelle 0,18 mm breit. Sie verjüngte sich rasch und verschwand entweder in der Spitze oder mehr oder weniger weit unter ihr, so dafs sie bei einigen Blättern nur $^4/_5$ der Lamina durchlief.

Auf dem Querschnitte erschien die Rippe deutlich bikonvex, obschon wegen des Druckes, dem die Blätter ausgesetzt waren, mehr oder minder abgeflacht. Das Leitbündel war bei unseren untersuchten Blättern nicht erhalten geblieben. Ebenso wenig konnte mit Sicherheit ein Stereidenbündel nachgewiesen werden. Doch ist darauf wegen des Erhaltungszustandes kein Gewicht zu legen, obwohl sicher ist, dafs das Stereidenbündel nur klein gewesen ist, wenn es vorhanden war. Die übrigen Zellen der Rippe sind, soweit der Erhaltungszustand ein Urteil nach Querschnitten gestattet, ziemlich grofs und dünnwandig gewesen, selbst die äufseren Zellen waren nur mäfsig verdickt.

Die Gestalt der Blätter, die Beschaffenheit des Saumes, die Randbezahnung, das Aussehen des Zellnetzes, die Gröfse der Zellen und die Dicke ihrer Wand stimmte bei der fossilen Pflanze vorzüglich mit *Mnium rugicum* überein, das von C. WARNSTORF am Molchowsee bei Ruppin und von mir bei Jacischken unweit von Heidekrug in Ostpreufsen gesammelt war. Selbst die kurze, weit vor der Spitze verschwindende Rippe einzelner fossiler Blätter fand sich hier, zumal bei den kleineren unteren Stammblättern wieder.

Diese circumpolare Art ist bisher nur von wenigen norddeutschen Standorten bekannt. Sie ist in Grönland am Smithsund gefunden worden.

15. Pogonatum urnigerum Brid.

Taf. V, Fig. 37 u. 38; Taf. VI, Fig. 39—46.

In der vierten Schicht fand sich 35 cm über der Unterkante im Sande ein kleines beblättertes Schopfende eines Laubtriebes. Es war 5,6 mm lang und mit 15 aufrecht abstehenden Laubblättern besetzt; deren unterstes war 2,7 mm lang, die obersten, zugleich längsten, waren bis 4,0 mm lang, im Spreitenteile 0,5 mm breit, in dem kurzen, fast eiförmigen Scheidenteile etwas breiter. Die Spreite war linealisch-lanzettlich, scharf zugespitzt, ihre Ränder waren bis weit nach unten, zuweilen bis nahe an die Scheide, scharf gezähnt. Die Rippe trat als kurzer, mit einigen Zähnen besetzter Stachel aus. Sie war auf dem Rücken ganz glatt. Meist war jetzt, im fossilen Zustande, der eine Rand der Spreite ein wenig über die Blattoberseite geklappt, zuweilen auch beide Ränder, was darauf schliefsen läfst, dafs bei der lebenden Pflanze die Ränder steil aufwärts gerichtet waren. Die Querschnitte der Blätter bestätigten diese Annahme.

Der Scheidenteil war, mit Ausnahme der Rippe, durchscheinend und bestand aus einer einzigen Lage verlängert rechteckiger Zellen mit dünner Wand. Die Zellen der Spreitenunterseite waren rundlich-quadratisch bis polyedrisch, dickwandig; in der Nähe des Randes betrug ihr Durchmesser 0,010—0,015, durchschnittlich 0,012 mm. Nur zwei bis drei den Rand säumende Zellreihen sind einschichtig, die anderen zweischichtig. An der Stelle, wo die Spreite in die Scheide übergeht, waren die Zellen der Spreite in 3—6 Reihen longitudinal etwa um die Hälfte verkürzt und erschienen daher quer verbreitert.

Dünne Querschnitte durch das Blatt liefsen wegen des Erhaltungszustandes über den anatomischen Bau der im Spreitenteile stark verbreiterten Rippe im Unklaren.

Der zweischichtige Spreitenteil und die Rippen waren oberseits dicht mit Lamellen besetzt, deren ich im unteren Teile der Spreite an zwei der untersten und zwei der obersten Blätter des Schopfes je 24 zählte. Die Lamellen sind weder krenuliert noch gewellt. Die Zellen ihrer obersten Zellreihe sind sehr dickwan-

dig und sehr warzig-papillös. Auf dem Querschnitte erscheinen diese Zellen ellipsoidisch, gröſser als die unteren Lamellenzellen und ihre Wand, zumal die obere, stark verdickt und hier warzig papillös[1]).

Der zuletzt erwähnte Umstand beweist, daſs hier nicht das hochnordische *Pogonatum capillare* vorliegt, sondern das typische *P. urnigerum*, mit dem die fossile Pflanze gut übereinstimmt, wenn ich davon absehe, daſs ich bei den Blättern der rezenten Pflanze immer eine gröſsere Zahl von Lamellen beobachtet habe. Die durch ganz Europa auf lichten, feuchtsandigen Heiden verbreitete Pflanze wächst in den Alpen bis zur Höhe von 2500 m. Aus dem hochnordischen Gebiet scheint sie nicht bekannt zu sein.

16. Polytrichum juniperinum Willd.

Taf. VII, Fig. 47—52.

Diese Art wurde von der hangenden Region des Waldtorfs aufwärts bis in der Nähe der Oberkante der vierten Schicht angetroffen. Sie bildete über dem Waldtorf eine 5—10 cm mächtige Lage fast reinen Polytrichumtorfs, der weiter hinauf mit Sphagnumtorf in Wechsellagerung trat. In dem reinen Sphagnumtorf fand sich die Pflanze nur spärlich. In der vierten Schicht begegnete sie mir hauptsächlich nur in den sandigen Lagen.

Die beblätterten Stämmchen erreichten in dem Torf der fünften Schicht bis zu 10 cm Länge. In der vierten Schicht fanden sich nur 1—2 cm lange. Hier wie dort waren die Blätter bis zu 10 mm lang, etwa 1 mm breit. Ihre glattrandige Spreite war lineal-lanzettlich, die Scheide verkehrt eiförmig, die dünnen Flügel der Lamina waren weit über die Blattoberseite geschlagen, so daſs sie sich gegenseitig deckten; ihr freier Rand war unregelmäſsig und undeutlich gekerbt. Sie bestanden mit Ausnahme des schmalen Saumes aus reihenweise angeordneten, quer breiteren Zellen.

Die Rippe war kräftig und trat als stark gezahnte, ziemlich

[1]) Es kommen auch einzelne Lamellenrandzellen vor, die oben abgeflacht sind. Doch ist die Abflachung vermutlich erst nachträglich durch Druck entstanden.

lange Stachelspitze aus. Die Lamellen waren auf der Rippe wie auf der mehrschichtigen Blattoberseite in grofser Zahl vorhanden und erschienen, von oben gesehen, infolge der Gestalt der dickwandigen Zellen der obersten Zellreihe perlschnurartig krenuliert, glatt.

Die fossile Pflanze, auch die aus der vierten Schicht stammenden Exemplare, stimmte in allen Eigenschaften mit der rezenten überein. Von einem den Stamm bedeckenden Wurzelfilze fehlte auch bei den Individuen des Sphagnumtorfs jede Spur. Es liegt also sicher nicht das verwandte *P. strictum* vor.

Polytrichum juniperinum ist durch ganz Europa verbreitet. Es ist an der Zusammensetzung der Polytrichumwiesen der arktischen Tundra beteiligt. In den Alpen steigt es bis 2800 m empor. In russisch Lappland tritt es hin und wieder torfbildend auf (KIHLMANN), in Grönland ist es bis zum Smithsunde gefunden, v. MIDDENDORFF sammelte es am Taimyrflusse unter $75^1/_4{}^0$ n. Br. Fossil fand ich das ganz nahe verwandte, vielfach nur als Varietät von *P. juniperinum* aufgefafste *P. strictum* im Glazial von Lütjen-Bornholt.

17. Hypnum stellatum SCHREB.

Taf. VII, Fig. 54; Taf. VIII, Fig. 55 u. 56.

Dieses Moos wurde nur in geringer Menge in dem Sande der vierten Schicht, 35 cm über ihrer Unterkante, gefunden. Das best erhaltene Exemplar stellte einen kleinen, an der Spitze abgebrochenen Zweig von 6 mm Länge dar. Bei der Mehrzahl der Blätter war die Spitze abgebrochen, auf einer Strecke des Zweiges aber, die in der Abbildung dargestellt ist, meist erhalten geblieben.

Die Blätter waren breit eiförmig-lanzettlich, lang und scharf zugespitzt, ganzrandig oder zuweilen durch das ein wenig hervortretende akropetale Ende der einzelnen Randzellen undeutlich und nur bei stärkerer Vergröfserung erkennbar gezähnelt. Das Zellnetz war eng prosenchymatisch, wurde gegen die Flügel hin weiter, und die Zellen nahmen an diesen selbst eine ellipsoidisch-polygonale Gestalt an. Eine Rippe war nicht vorhanden. Die Blattspitzen waren ganz flach.

Blattgestalt und Zellnetz der fossilen Pflanze stimmen gut mit der rezenten überein. Vielleicht liegt die *f. tenellum* WARNST. vor, da ich bei den von C. WARNSTORF gesammelten Exemplaren dieser Form eine ähnliche Beschaffenheit des Randes beobachtet habe.

Die Pflanze kommt an nassen Orten Mitteleuropas bis in die subalpine Region vor. In Westgrönland wurde *H. stellatum* bis zur Diskoinsel gefunden. v. MIDDENDORFF sammelte es am Taimyrflusse unter 74⁰ n. B. Fossil ist es von NATHORST in den glazialen Ablagerungen von Deuben in Sachsen und Stutschewo in Westrufsland, von HARTZ in der von Alleröd auf Seeland und von mir in der präglazialen Moosschicht von Oeynhausen nachgewiesen worden.

18. Hypnum exannulatum GÜMB.

Taf. VIII, Fig. 57—60.

Dieses Moos wurde in allen Lagen der vierten Schicht und selbst noch dicht unter der Oberkante angetroffen, hier und da dünne Zwischenlagen im Sande bildend.

Die Blätter waren linealisch-lanzettlich, sehr lang und fein zugespitzt, ganzrandig oder nur entfernt und undeutlich gezahnt, bis über 3 mm lang und 0,37 mm breit. Das Zellnetz war eng hypnoid, mit mäfsig verdickten Wänden. Die Zellen waren in der Blattmitte 0,060—0,070 mm lang, 0,004—0,005 mm breit. Näher dem Blattgrunde wurden sie kürzer und breiter (0,045 mm lang, 0,013 mm breit), die Wand dicker und spärlich getüpfelt. In den etwas herablaufenden, mäfsig erweiterten Flügeln fand sich eine gut abgegrenzte Gruppe aufgeblasener, 0,042 mm langer und 0,021 mm breiter, dünnwandiger Zellen, deren unterste Reihe bis zur Rippe reichte; am Blattrande wurde die Gruppe oberwärts durch kleine quadratische Zellen abgegrenzt.

Die Rippe war kräftig, am Grunde 0,07 mm breit. Sie verschwand unterhalb der Blattspitze oder im obersten Fünftel der Lamina.

Die fossile Form war dadurch ausgezeichnet, dafs die Stengelblätter aufser in den jüngsten Stengelteilen völlig gerade und sehr lang und scharf zugespitzt waren. Sie gehörte daher zu der var. *orthophyllum* MILDE.

Die an nassen, öfters unter Wasser stehenden Orten durch ganz Europa verbreitete Art wächst in den Alpen noch in 2470 m Höhe, sie ist aus West- wie Ostgrönland von verschiedenen Fundorten bekannt. Fossil fand sie NATHORST in dem Glazial von Deuben.

19. Hypnum giganteum SCHIMPER.

Taf. IX, Fig. 61.

Drei kleine Zweige dieser Art wurden in der Mitte der vierten Schicht gefunden. Die flach zungenförmigen, allseitswendigen, ganzrandigen, bis zu 2 mm langen und 0,7 mm breiten Blätter mit gerundeter Spitze, mit kräftiger, bis zur Spitze reichender Rippe, mit sehr engem hypnoiden Zellnetze und mit grofsen, aufgeblasenen, scharf abgesetzten Flügelzellen stimmten in allen Einzelheiten mit denen der rezenten Art überein.

Die Zweigblätter von *H. giganteum* sind oft denen von *H. sarmentosum* sehr ähnlich. Aber die durchgehende Rippe entscheidet in unserm Falle für die erstgenannte Art.

Hypnum giganteum findet sich an sumpfigen Orten durch ganz Europa, in den Alpen bis 2170 m, auch in Grönland bis zur Diskobucht. In glazialen Ablagerungen scheint es bisher nicht beobachtet zu sein, wohl aber ist es in solchen der beiden Interglazialzeiten gefunden worden.

20. Hypnum (? aduncum SCHIMP.).

Einige Blätter von meist mangelhafter Erhaltung, die ich in verschiedenen Lagen der vierten Schicht antraf, gehören, nach der Gestalt, der Beschaffenheit der Rippe und des Zellnetzes zu urteilen, vielleicht zu *Hypnum aduncum.*

21. Hypnum sp.

Reste von Hypnumblättern, die keiner der vorstehend genannten Arten angehören, aber wegen mangelhafter Erhaltung keine nähere Bestimmung erlaubten, traf ich vereinzelt in dem obern Teile des Waldtorfs, häufiger in der vierten Schicht an.

22. Picea omorikoides Web.

Taf. IX, Fig. 62—66; Taf. X, Fig. 67—77; Taf. XI, Fig. 78—81; Taf. XII, Fig. 100.

Das Vorkommen der omorikoiden Fichte wurde durch Zapfen und Blätter bewiesen, die sich in allen drei Torfschichten z. T. reichlich fanden. Auch in der vierten Schicht wurden die Blätter dieser Fichte nachgewiesen. Da sich keine Spur einer andern Fichte fand, so wird man auch das neben den Blättern und Zapfen der *Picea omorikoides* angetroffene Fichtenholz ohne Zögern dieser Art zurechnen dürfen. Dasselbe gilt von den Blütenstaubkörnern.

Die Blätter (X, 68—75) erfüllten in dem Waldtorf stellenweise ganze Lagen. Ihre Länge schwankte zwischen 3,8 und und 10,5 mm, ihre Breite zwischen 1,2 und 2,5 mm. Im Mittel von 33 Messungen ergab sich eine durchschnittliche Länge von 8,32 mm und ebensolche Breite von 1,84 mm. Dieselben Gröfsenverhältnisse wurden sowohl in der fünften wie in der vierten Schicht angetroffen.

Die in dem Diluvialmoore von Aue im Erzgebirge gefundenen Blätter waren durchschnittlich 7,6 mm lang, 1,7 mm breit. Die Pflanzen von Lüneburg hatten also im ganzen etwas gröfsere Blätter als die von Aue. In allen anderen Beziehungen stimmten die Blätter beider Fundorte vollständig miteinander überein.

Zapfen (XI, 78—81) fanden sich, z. T. in vorzüglicher Erhaltung, z. T. vor der Einbettung stark verwittert, in dem Waldtorf, dem Polytrichumtorf und vereinzelt auch noch im Sphagnumtorf. In dem Waldtorf waren einige vollständig von den Blättern dieser Fichte und denen des *Vaccinium priscum* umhüllt. Ein besonders schön erhaltener, in Fig. 78 abgebildeter war 38 mm lang, 15 mm breit und 10 mm dick. Es fehlten nur wenige kleine Grundschuppen, die beim Loslösen des Zapfens aus der harten Torfmasse verloren gegangen sind. Die Zahl der vorhandenen betrug 85; es mögen im ganzen etwa 90 gewesen sein. Ihre Divergenz betrug $^{21}/_{34}$. Ein zweiter, vollständig erhalten gebliebener Zapfen war 36 mm lang, 15 mm breit und 8 mm dick. Die Schuppen waren aber durch Verwitterung z. T. sehr beschädigt.

Bei allen unversehrten Zapfen waren die Schuppen vorn breit gerundet, ganzrandig oder sehr undeutlich gezähnelt und auf ihrer Aufsenseite sehr fein, aber deutlich längsstreifig.

Was die Pollen anlangt, so fiel mir ihre geringe Gröfse auf (X, 76, 77; XII, 100). Die meisten waren nämlich nur 0,077 mm lang, viele kleiner, nur wenige gröfser; die gröfsten, die ich gemessen habe, 0,090 mm lang. Die Pollenkörner von *Picea excelsa* sind gewöhnlich 0,095 mm, nicht selten 0,110 mm lang.

Der untere Teil des Waldtorfs enthielt in dem Aufschlusse besonders reichlich niedergestreckte Stämme. Ein schlank gewachsener, etwa schenkeldicker (der leider nur in Bruchstücken emporgefördert werden konnte) war etwa 30 Jahre alt. Seine Jahrringe waren bis zu 3,5 mm, einzelne sogar bis 5 mm breit und mit sehr schwacher Herbstholzzone versehen. Auch die anderen Holzteile aus den unteren zwei Dritteln des Waldtorfs wiesen Jahrringe von ähnlicher Breite auf. Der erwähnte war der stärkste Stamm, den ich überhaupt gesehen habe. Es scheint, als ob diese Fichte bei Lüneburg überhaupt keine besonderen Dimensionen erreicht hat.

Im obern Drittel des Waldtorfs zeigten alle Fichtenhölzer engere Jahrringe, wobei das Herbstholz seine geringe Breite beibehielt, möglichenfalls ein Zeichen dafür, dafs nicht das Klima, sondern die Standortsverhältnisse sich verschlechtert hatten. Einer der hier gefundenen Stämme zeigte bei 80 mm Holzdurchmesser 40 Jahrringe, deren Breite von 0,6 bis 2,0 mm schwankte.

In dem Polytrichumtorf und in den Bultlagen des Polytrichum-Sphagnumtorfs wurden aufser Stämmen auch mehrere Stubben gefunden. Von dem kräftigsten dieser Stämme ist ein Stück in Fig. 64 (IX) abgebildet worden. Es war 30 cm lang, 8,1 cm breit und 2,8 cm dick (alle Mafse in frischem Zustande). Es hatte zwei etwa 11 cm voneinander entfernte Astwirtel. In dem Kernholze waren die Jahrringe durch Druck entstellt (IX, 65). Die ursprüngliche Breite der Jahrringe schwankte zwischen 0,27 und 0,43 mm; sie betrug im Durchschnitt zahlreicher Messungen 0,37 mm. Danach berechnete sich das Alter des Stammes auf etwa 110 Jahre.

Fig. 62 (IX) zeigt einen Stammstumpf aus dem Polytrichum-Sphagnumtorf. Er war 20 cm lang, zeigte eine sich rasch ver-

jüngende kurze Hauptwurzel und zwei kräftige Seitenwurzeln. Oberhalb des Wurzelhalses hatte der runde, nicht zusammengedrückte Stamm, der in aufrechter Lage gefunden war, einen Durchmesser von 6,8 cm. Die Breite der Jahrringe schwankte zwischen 0,08 und 0,59 mm, durchschnittlich betrug sie 0,22 mm. Der Stamm war demnach ungefähr 150 Jahre alt. Die Rinde war zum gröfsten Teil in Dopplerit verwandelt, der die Beschaffenheit eines sehr dicken Teers hatte. Das Holz enthielt nur spärliche Harzgänge, die meist im mittlern Teile der Jahrringe vorkamen. Die gröfste tangentiale Breite der Frühjahrstracheiden schwankte zwischen 0,020 und 0,027 mm, ihre gemeinsame Wand war 0,003 mm dick.

In einer Bultlage des Sphagnumtorfs fand sich ein daumendicker Stamm mit aufserordentlich engen Jahrringen.

Über die wenigen Stämme, die in der vierten Schicht gefunden wurden, ist bereits auf S. 18 berichtet worden. Ihre engsten Jahrringe hatten 1—3 Reihen Frühjahrstracheiden, denen 3—4 Reihen von Herbstholzzellen folgten.

Da die kleinen Fichtenpollen noch an der Oberkante der vierten Schicht gefunden wurden und kein Grund vorliegt, diese einer andern Art zuzuschreiben, so wuchs *Picea omorikoides* bei Lüneburg während der ganzen Zeit, in der sich die vierte und fünfte Schicht des Profiles ablagerten. Anfangs trat sie in Gestalt schlanker Stämme auf, später in den Mooswiesenbeständen in Gestalt verkümmerter Moorfichten. Die Verkümmerung ist auf die Verschlechterung des Bodens zurückzuführen; aber die in der vierten Schicht nachgewiesenen Krüppelfichten scheinen vielmehr unter dem Einflusse ungünstigen Klimas als ungünstigen Standortes gewachsen zu sein.

Picea omorikoides wurde zuerst in dem nur unsicher als präglazial angesehenen diluvialen Torflager von Aue im Erzgebirge aufgefunden. Nach G. Andersson erinnern einige der von K. Glinka in einem wahrscheinlich dem Beginne der dritten Glazialperiode angehörenden Lager bei Wyschegor im Gouv. Smolensk gefundene Nadeln an solche von *P. omorika* oder *omorikoides*. Wahrscheinlich ist die eine oder die andere dieser beiden in der

interglazialen Ablagerung von Höttingen vorhanden, vielleicht auch in der von Pianico-Sellere. Die diluviale Pflanze weicht namentlich durch kleinere Zapfen und Nadeln von der jetzt lebenden Art ab und hat, wie mir scheint, nur als eine stärker ausgeprägte alpine Form der letztgenannten zu gelten.

Die Pflanze hat ihren nächsten Verwandten in *Picea Glehnii* Mast. in Ostasien. Der gemeinsame Vorfahr lebte wahrscheinlich in der Tertiärzeit im Polargebiete. Ob *Picea Engleri* Conw. aus dem Tertiär des Samlandes ein Vorfahr gewesen ist, mag dahingestellt bleiben, da ihre Zugehörigkeit zur *Sectio Omorika* Mayr. keineswegs sicher ist. Jedenfalls aber dürfte die Trennung zwischen *Picea Glehnii* und *P. omorika* schon frühzeitig in der Pliocänzeit oder noch während der Miocänzeit stattgefunden haben. Wahrscheinlich ist *Picea omorikoides* als alpine Form damals in den Gebirgen Nordeuropas entstanden und erscheint bei Lüneburg, beim Anbruch der Diluvialzeit, auf der Wanderung nach dem Süden, wo sie sich in der Form von *Picea omorika* Panč. bis in die Gegenwart erhalten hat, während sie im Norden durch die späteren Vorgänge der Diluvialzeit vollständig ausgerottet worden ist.

23. Pinus montana var. pumilio Willk.

Taf. XI, Fig 82—91; Taf. XII, Fig 92 u. 93.

Die Bestimmung beruht auf dem Funde eines Zapfens in dem obersten Teile des Waldtorfs und einigen ebenda und in dem Polytrichum-Sphagnumtorfe angetroffenen gut erhaltenen Nadelbruchstücken. Das gröfste der letztgenannten ist in Fig. 83 (XI) dargestellt. Die Nadel war, wie der Querschnitt (XI, 84) lehrte, stark zusammengedrückt. Eine sehr undeutliche Zähnelung des Randes war nur im obern Teile vorhanden, sonst der Rand vollkommen glatt und ohne die Spuren abgebrochener Zähne. Die Spitze war nicht scharf wie bei *Pinus silvestris*, sondern stumpflich wie bei allen Formen von *Pinus montana*. Entscheidend für die Bestimmung war aber erstlich der Umstand, dafs die Epidermiszellen (XI, 85, 86) ungefähr doppelt so hoch als breit waren, und ferner der, dafs der Raum zwischen den Gefäfsbündeln des Zentralstranges durch dünnwandiges Parenchym ausgefüllt wär

(XI, 87, p), statt durch dickwandiges Sklerenchym, das man an dieser Stelle bei *Pinus silvestris* findet. Die verhältnismäſsig groſse Weite des Lumens der Epidermiszellen ist vielleicht auf die vorgeschrittene Vertorfung, die abweichende Gestalt der Endodermiszellen sicher auf die Zusammendrückung des Blattes zurückzuführen.

Nachdem das Vorkommen der Bergföhre durch die Nadeln in dem fossilen Moore festgestellt war, wurde ihre Bestimmung bestätigt und ergänzt durch den Fund eines kleinen, infolge einer Beschädigung beim Herauslösen nicht ganz vollständigen Zapfens, den ich in Fig. 82 (XI) abgebildet habe. Er hatte eine stumpf-eiförmige Gestalt, seine Länge betrug 16 mm (vervollständigt gedacht 18—19 mm), sein gröſster Durchmesser 11 mm. Er war ringsherum gleichmäſsig ausgebildet, die Schuppen waren meist vorzüglich erhalten, das Oberfeld der Apophysen groſs, stark gewölbt und glatt, bei einzelnen Schuppen aber undeutlich längsgekielt, das Unterfeld klein und eingebogen, der Nabel tief eingedrückt, ohne Stachel. — Der Zapfen bewies, daſs die Unterart *pumilio* Willk vorlag. Nach der Gestalt der Schuppen scheint sie der *f. gibba* Willk sehr nahe zu stehen.

In demselben Horizonte, dem der Zapfen angehörte, fand sich eine nicht zusammengedrückte Föhrenwurzel. Der Durchmesser ihres Holzkörpers betrug 21 und 23 mm. Ich zählte 50 Jahrringe, von denen die innersten 17 und die äuſsersten 15 auſserordentlich schmal waren. Die gröſste Weite der Frühjahrstracheiden war 0,035—0,040 mm, meist waren sie nur 0,032 mm breit. Tangentialtüpfel fanden sich meist ziemlich zahlreich (XII, 93). Die Zellen der Harzgänge waren sämtlich sehr dünnwandig (XII, 92). Dieselben Befunde ergaben die in den Bultlagen der beiden Moostorfschichten vorhandenen Wurzeln, soweit ich sie untersucht habe.

Durchgreifende Unterschiede sind im Bau des Holzes, zumal der Wurzeln, zwischen *Pinus montana* und *P. silvestris*, nicht vorhanden, wie ich mich durch eine besonders angestellte Untersuchung überzeugt habe. Ebensowenig vermochte ich in der Peridermbildung und Abschuppung der Wurzeln beider Arten einen

Unterschied zu erkennen. Aber da von der Rotföhre trotz aufmerksamen Suchens in dem reichen Materiale aus beiden Aufschlüssen keine Spur der Nadeln, Zapfen oder der durch die Berindung von der Bergföhre gut unterschiedenen Stämme und Zweige gefunden wurde, obwohl sie sich, wenn sie vorhanden ist, mit Vorliebe dem Übergangswalde und der Vegetation der Randhänge und der Bulte des Hochmoores beigesellt, so ist die Wahrscheinlichkeit grofs, dafs es sich bei allen diesen Holzresten um die Bergföhre handelt.

Jedenfalls ist es unwahrscheinlich, dafs das Krummholz bei zunehmender Ungunst des Standortes oder Rauheit des Klimas durch die Rotföhre sollte ersetzt worden sein.

Pinus montana soll nach Heer in dem Waldbette von Cromer und in den interglazialen Schieferkohlen der Schweiz vorkommen, nach P. Fliche in den quartären Ligniten von Nancy[1]), und nach M. Staub in den anscheinend diluvialen Schieferkohlen von Freck (unweit von Klausenburg), in den südlichen Karpathen[2]). Clement Reid bezweifelt aber die Richtigkeit der Bestimmung der Zapfen von Cromer[3]); die Bestimmung des Vorkommens von Freck gründet sich auf einen Samen. Im höchsten Mafse zweifelhaft ist das Vorkommen der Bergföhre in den Braunkohlen der Mark Brandenburg, wenigstens nach der von Gellhorn mitgeteilten Abbildung des Zapfens zu urteilen[4]), auf den sich die Bestimmung gründet. Ebenso ist das Vorkommen dieser Art im Tertiär Spitzbergens äufserst unsicher, da die Bestimmung Heer's sich ebenfalls nur auf einige Samen stützt, die man nur dann mit einiger Wahrscheinlichkeit als von *Pinus montana* herrührend betrachten könnte, wenn deren Gegenwart durch andere Funde gesichert wäre. Ob aber die dürftigen, von Heer abgebildeten Nadelbruchstücke dahin zu zählen sind, ist mangels jeder nähern Untersuchung eine durch nichts gestützte Hypothese[5]).

---

[1]) P. Fliche: Note sur la flore des lignites, des tufs et des tourbes quaternaires du Nord-Est de la France. Bull. Soc. Géol. de France XXV 1893, S. 959 f.

[2]) M. Staub: Die Flora Ungarns in der Eiszeit. Földtani Közlöni XXI 1891.

[3]) Cl. Reid: Origin of the British Flora 1899 S. 152.

[4]) Jahrbuch d. Geol. Landesanstalt für 1893, Taf. I.

[5]) Flora fossilis arctica Taf. V, Fig. 1—8, Taf. XVI. Fig. 436.

Wenn *Pinus montana* wirklich in der Tertiärzeit im Polargebiete gelebt hätte, so würde sie jetzt eine circumpolare Verbreitung haben; wenigstens würde sie dann auf den Hochgebirgen Ostasiens und Nordamerikas ebensogut vorkommen wie auf denen Europas.

Die Bergföhre ist nämlich in der Gegenwart ganz auf diesen Weltteil beschränkt. Sie findet sich in der subalpinen Region der Gebirge des mittlern Europas von den Pyrenäen bis zum Kaukasus. Das nördlichste Vorkommen ist im Riesengebirge, im Erz- und im Fichtelgebirge. Vereinzelt soll sie auch im Lausitzer Flachlande auftreten, vorausgesetzt, daſs das dortige Vorkommen wirklich spontan ist, was mir nicht genügend fest steht. In den Schweizer Alpen geht sie bis zu etwa 2000 m empor und steigt auf den Hochmooren bis zu 700 m hinab (nach Schinz und Keller).

Die Unterart *pumilio* Willkomm findet sich nach Ascherson und Graebner (Synops. d. mitt. eur. Fl.) »in der subalpinen Region der Alpen, von der Schweiz bis Bosnien, der Herzegowina und Montenegros, im Jura, Schwarzwald, Fichtelgebirge, Böhmer- und bayrischem Walde, Riesen- und Isargebirge, den Karpaten, auf Mooren in Oberbayern, Südböhmen, im Waldviertel Nieder-Oesterreichs und hier und da in den östlichen Alpen«. Nach Sintensky beschränkt sich in Böhmen das Vorkommen dieser Unterart auf die Hochmoore der Gebirge von 747—1170 m Höhe, während sie auf den Hochmooren der Niederungen dieses Landes durch die Unterart *uncinata* ersetzt wird. Nach Sendtner fehlt *P. pumilio* in Südbayern dem Kalkboden und den Niedermooren, steigt dagegen auf Hochmooren bis zur Seehöhe von 450 m hinab. Im Gebirge geht sie auf anderen Bodenarten bis 1680 m. Nach Woerlein ist sie da aber minder häufig als die Unterart *uncinata* Willk. während sie in den Schweizer Alpen nach Schinz und Keller die am meisten verbreitete Varietät darstellt.

Man könnte nun wohl annehmen, daſs die Bergföhre ebensogut wie die Omorikafichte während der Tertiärzeit in Skandinavien ihren Ursprung genommen, dann während der Diluvialzeit erst nach den Alpen gelangt ist und sich dort erhalten hätte, während



sie im Norden ebenso wie jene Fichte vernichtet wurde. Dem steht aber das Bedenken entgegen, daſs *Picea omorika* sich durch ihr ganz beschränktes, seltenes Vorkommen auf dem südöstlichen Teile der Alpen als ein versprengter Flüchtling verrät, und daſs auch andere aus dem Norden während der Diluvialzeit in die Alpen gelangte Pflanzen dort nicht die massenhafte Ausbreitung zeigen wie in ihrer nordischen Heimat, wogegen *Pinus montana* in den Alpen nicht nur in gröſster Fülle sondern auch in mehreren Unterarten und in zahlreichen Formen vertreten ist. Bis durchaus sichere fossile Funde aus dem Norden uns eines bessern belehren sollten, sind wir daher fraglos genötigt, an dem Ursprung der Bergföhre in den Hochgebirgen der Tertiärzeit des nordwestlichen Mediterrangebietes festzuhalten.

24. Carex sect. Vignea Beauv. et Reichenb.

Taf. XII, Fig. 94.

Mehrere kleine Nüsse, die sich in der Verwitterungsrinde des Sphagnumtorfes dicht unter der Oberkante fanden, gehörten mit Sicherheit einer und, wie es schien, derselben bistigmaten Seggenart an. Sie waren verkehrt eiförmig, sehr flach, ihr Rand im Querschnitt gerundet, an der Spitze mit dem kurzen Griffelgrunde versehen. Das abgebildete Exemplar war 2,1 mm hoch und 1,7 mm breit. Eine ähnliche Nuſs fand sich in dem torfhaltigen Feinsande der vierten Schicht, 20 cm über ihrer Unterkante.

25. Carex cf. panicea.

Taf. XII, Fig. 95.

Mehrere kleine Carex-Nüsse von fast keilförmig elliptischem Umriſs, mit stumpfer aber deutlicher Rückenkante, die Seitenränder, soweit sie nicht durch Druck verändert waren, gerundet, wurden in verschiedenen Lagen der vierten Schicht gefunden. Eins der besterhaltenen Exemplare ist hier abgebildet. Seine ursprünglich flach gewölbte Bauchseite war etwas eingedrückt. An der Spitze fand sich bei allen Exemplaren ein verhältnismäſsig langer Griffelfortsatz. Abgesehen von diesem betrug die Höhe

der Nüsse 2—2,1 mm, die Breite 1,3 mm. Gestalt und Gröfse stimmen zwar gut zu *Carex panicea;* doch ist es unmöglich zu sagen, ob die fossilen Früchte wirklich dieser Art angehörten, die gegenwärig selbst noch auf Grönland wächst.

26. Carex sect. Carex Beauv. et Reichenb.

Taf. XII, Fig. 96 u. 97.

Die abgebildeten Exemplare sind zwei kleine Nüsse, die sich 55 cm über der Unterkante der vierten Schicht fanden. Beide waren länglich ellipsoidisch, die eine etwas schlanker als die andere und an den Enden schärfer zugespitzt. Die Querschnitte waren nahezu gleichseitige Dreiecke mit etwas eingebogenen Seiten. Beide waren mit langen Griffelfortsätzen versehen, an dem einen (Fig. 96) waren an der Spitze bei genügender Aufhellung die Stellen sichtbar, wo die drei Narben gesessen hatten. Die Länge betrug einschliefslich der Griffel 2,52 und 2,55 mm, ihre Breite 1,04 und 1,12 mm. Sie gehören zweifellos der Sektion der tristigmaten Seggen an. Ob sie derselben Art entstammen, läfst sich nicht entscheiden, jede nähere Bestimmung ist ausgeschlossen. Aehnliche tristigmate Carex-Nüsse fanden sich auch in anderen Lagen der vierten Schicht.

27. Eriophorum vaginatum L.

Taf. XII, Fig. 99; Taf. XIII, Fig. 101—103.

Von dieser Art wurden die Faserschöpfe von dem obern Teile des Waldtorfs bis dicht unter die Oberkante des torfhaltigen Feinsandes der vierten Schicht angetroffen, am zahlreichsten unmittelbar über dem Waldtorf und an der Oberkante des Sphagnumtorfs. Diese Faserschöpfe bestehen aus der kürzern oder längern unterirdischen Sprofsachse und den sie dicht besetzenden und dick umhüllenden Blattscheiden. Fig. 103 zeigt den Querschnitt einer solchen Blattscheide einer lebenden Pflanze in mäfsiger Vergröfserung.

Die Achsen waren bei den fossilen Exemplaren so vermorscht, dafs es nicht gelang, sie aus dem Gestein los zu lösen. Es zeigte

sich nur, dafs sie bei den im reinen Sphagnumtorf vorhandenen Exemplaren lang gestreckte Internodien hatten, dagegen bei denen der Bultlagen, an der Oberkante des Waldtorfs und des Sphagnumtorfs und bei denen der Torfbänkchen der vierten Schicht, sehr kurze, also von gedrungenem Wuchse gewesen sind. Jene erstgenannten gehören der in lebhaft wachsenden Sphagneten vorkommenden Anpassungsform an[1]).

In den Stammachsen der Pflanze finden sich 2—5 mm lange spindelförmige Festigungsstränge, welche die Gefäfsbündel begleiten und sich nebst der Epidermis von den Achsengeweben am besten fossil erhalten[2]). Sie wurden regelmäfsig in dem Mulm der fossilen Achsen angetroffen und zwar in derselben Gröfse und Gestalt wie bei der lebenden Art.

Die Blattscheiden werden, wie aus dem rezenten Querschnitt ersichtlich ist, von parallelen Festigungssträngen durchzogen, in deren Mitte ein Gefäfsbündelstrang liegt. Das Parenchym zwischen ihnen ist zartwandig und enthält jedesmal einen grofsen Luftgang. Bei den fossilen Scheiden sind, wie der Querschnitt Fig. 102 lehrt, nur die Epidermis und die aus sklerotischen Fasern bestehenden Festigungsstränge erhalten. Das Parenchym ist zwar auch vorhanden, aber ebenso wie das Gefäfsbündelgewebe von der Fläche her zusammengedrückt. In der Flächenansicht erblickt man unter der Epidermis sowohl die Parenchymzellen (p in Fig. 101) wie bei genauerer Einstellung des Mikroskops die Gefäfse in den Gefäfsbündeln.

Die Epidermiszellen der Blattunterseite (Aufsenseite) sind in der dickern Scheidenmitte schmal-oblong und ihre Wände daselbst mit Ausnahme der über den Festigungssträngen liegenden sehr zierlich und kräftig gewellt. An den Scheidenflügeln sind sie quadratisch bis quer-verbreitert und schwach gewellt. Diese Verhältnisse treten deutlich bei der Flächenansicht der Unterseite einer fossilen Scheide (Taf. XIII, Fig. 101) hervor.

Die Epidermiszellen der Scheidenoberseite sind ähnlich wie die an den Flügeln der Unterseite gestaltet.

---

[1]) Weber: Augstumalmoor. 1902, S. 49.
[2]) Augstumalmoor. S. 184, Fufsnote.

Die Gröſse und Gestalt dieser Zellen stimmt, wenn man frisches, noch nicht trocken gewordenes Material untersucht, bei der fossilen Pflanze in allen Einzelheiten mit denen der rezenten überein.

Beachtenswert ist nur, daſs die Faserschöpfe im obern Teile der vierten Schicht um so kleiner wurden, je höher man kam, obwohl sie noch in allen Einzelheiten mit der rezenten Pflanze übereinstimmten. Die Verhältnisse, unter denen die Pflanzen zuletzt lebten, müssen ihr damals zunehmend ungünstiger geworden sein.

Eriophorum vaginatum ist durch Mittel- und Nordeuropa, durch Sibirien, Alaska, Canada und die nördlichen Vereinigten Staaten verbreitet, überall wie bei uns an der Vegetation der Hochmoore stark beteiligt. v. Middendorff fand die Pflanze am Taimyr bis zu 74° n. B., die Vegaexpedition traf sie an verschiedenen Punkten der Nordküste Asiens und an der Beringstraſse ausgedehnte Vagineta bildend. Sie ist auch von Novaja-Semlja bekannt, scheint aber auf Grönland zu fehlen. Auf den Hochmooren der alpinen wie der subalpinen Region der mitteleuropäischen Gebirge ist sie ebenso wie in der Ebene zu finden. Fossil begegnete sie mir in den interglazialen Sphagnumtorfschichten von Groſs-Bornholt und Lütjenbornholt, wie in dem Glazial der letztgenannten Fundstelle. In den Hochmooren des gegenwärtigen Zeitalters bildet sie häufig, wie bei dem Lüneburger Diluvialmoore, den Hauptbestandteil der hangenden Übergangsschicht und der Bultlagen, ebenso in der Regel den des Grenztorfs.

Eriophorum vaginatum stellt einen sehr alten, an kalte klimatische und ebensolche Standorts-Verhältnisse besonders angepaſsten Typus dar. Ihr Ursprung dürfte in der Tertiärzeit auf den Gebirgen der arktischen Region stattgefunden haben.

28. Eriophorum angustifolium Roth.

Taf. XII, Fig. 98.

Eine Nuſs von schlanker, länglich elliptischer Gestalt mit etwas ausgezogenem Griffelende, jetzt etwas flach gedrückt, ursprünglich im Querschnitt ein gleichschenkliges Dreieck mit stumpfem Spitzenwinkel zeigend, 2,3 mm lang, 0,9 mm breit, fand

sich in dem torfhaltigen Feinsande der vierten Schicht zwischen 20—30 cm über der Unterkante, und an einer andern Stelle desselben Horizontes ein stärker zusammengedrücktes Exemplar von gleicher Gestalt. Von den jetzt in der gemäſsigten Zone beider Hemisphären lebenden Arten scheinen mir beide Exemplare nach Gröſse und Gestalt am besten zu *Eriophorum angustifolium* zu stimmen.

Diese Art ist in Nord- und Mitteleuropa, Sibirien und Nordamerika verbreitet. In Grönland wurde sie im Osten wie im Westen an mehreren Orten beobachtet, an der Westküste bis 78° n. B. und 200 m über dem Meere. v. MIDDENDORFF fand sie am Taimyr unter 74° n. B., und die Vegaexpedition stellte sie an der nördlichen Waldgrenze Sibiriens häufig fest. In den Schweizer Alpen steigt sie z. B. in Wallis (nach STEBLER) bis 2550 m empor. Fossil ist die Art aus dem Cromerschen Waldbette und aus dem Interglazial von Hoxne in Suffolk bekannt. Ich betrachte sie, wie alle Eriophorum-Arten der kalten und gemäſsigten Zone, als Bürger der arkto-amerikanischen Tertiärflora.

29. Salix cf. herbacea. L.

Taf. XIII, Fig. 106 u. 107.

Es fand sich ein einziges, kleines, gestieltes, der Länge nach zusammengefaltetes, bogenförmig zurückgekrümmtes Blatt in dem Horizonte 20—30 cm unter der Oberkante der vierten Schicht.

Die Spreite war 2,6 mm lang und, wenn man sie sich auseinander gebreitet dachte, 1,6 mm breit, rundlich elliptisch, an der Spitze sehr schwach ausgerandet, der Rand mit Drüsenzähnen besetzt. Den 0,8 mm langen Stiel durchzogen drei getrennte Gefäſsbündel. Der Primärnerv reichte bis zur Blattspitze, wo er in einem kleinen, drüsigen Höcker verschwand. Die Sekundärnerven zweigten sich unter spitzen Winkeln ab und verliefen schlingenförmig; sie traten auf der Unterseite ein wenig, aber deutlich genug hervor, ebenso die sie verbindenden Tertiärnerven.

Die Epidermiszellen waren polygonal-oblong, ihr Durchmesser schwankte zwischen 0,015 und 0,18 mm. Über den Nerven waren sie lang gestreckt. Spaltöffnungen fanden sich auf beiden Blatt-

seiten; ich zählte auf 0,1 qmm 5—8. Ihr elliptisches Schliefszellenpaar war 0,026—0,035 mm, der Spalt 0,013—0,018 mm lang. In der Regel waren sie von zwei, den Schliefszellen parallelen, mehr oder minder langgestreckten Epidermiszellen begrenzt.

Die drei den Blattstiel getrennt durchlaufenden Gefäfsbündel lassen keinen Zweifel an dem Vorliegen einer Weide bestehen. Obwohl die allgemeine Gestalt des Blattes für *Salix herbacea* zu sprechen scheint, so ist das Material doch nicht ausreichend genug für eine sichere Entscheidung.

Salix herbacea gehört zu den arktischen Pflanzen mit circumpolarer Verbreitung, die möglichenfalls erst nach der gröfsten Ausbreitung des Landeises in die Hochgebirge der gemäfsigten Zone geraten ist. Man hat sie in verschiedenen, Westrufsland, Schweden, Deutschland, der Schweiz und Südengland angehörenden glazialen Ablagerungen fossil gefunden.

30. Salix sp.

Taf. XIII, Fig. 104 u. 105.

Mehrere Bruchstücke kleiner Blätter, von denen das besterhaltene abgebildet ist, gehören, wie die Gestalt der Spaltöffnungen und die drei den Blattstiel getrennt durchziehenden Gefäfsbündel beweisen dürften, einer Weide an, die nicht mit der vorigen identisch ist.

Die Spreite war an den Stiel mit ziemlich breiter Rundung angesetzt. Der Rand trug bis zum Grunde kleine Drüsenzähne, er war weder eingeschlagen, noch umgerollt, noch verdickt. Im Innern war er mit einem sehr schmalen Bast gesäumt, in dem 6 mit dem Rande parallel laufende Reihen von Prosenchymfasern erkannt wurden.

Der Primärnerv war kräftig. Die Sekundärnerven gingen von ihm unter Winkeln von 40—45° ab und verliefen bogen- oder schlingenförmig. Sie traten unterseits samt den stärkeren tertiären Verbindungen deutlich hervor.

Die Epidermis bestand aus unregelmäfsig vier- oder mehreckigen Zellen mit geraden, dünnen Seitenwänden. Ihre Ecken waren scharf, ihr Durchmesser schwankte zwischen 0,011 und

und 0,033 mm. Zwischen ihnen fanden sich reichlich die aus einer einzigen, dickwandigen Zelle bestehenden Basen von Haaren (Fig. 105 h), auf 0,1 qmm 25—30. Die Spaltöffnungen waren klein, auf beiden Blattseiten vorhanden.

Eine nähere Bestimmung ist wegen der Unvollständigkeit der Blätter nicht möglich. Wenn ich eine Vermutung wagen darf, so scheint mir die Beschaffenheit des Adernetzes dafür zu sprechen, dafs eine Art der *Sect. Glaucae* oder *Glaciales* vorliegt, und unter diesen könnte in erster Linie *Salix myrsinites*, *helvetica* oder *lapponum* in Betracht kommen. Das dichte Haarkleid, welches die fossilen Blätter getragen haben, dürfte eher für eine der letzten beiden sprechen.

31. Betula alba coll.

Taf. XIV, Fig. 108 u. 129.

Birkenfrüchte, welche denen der Sammelart *Betula alba* entsprechen, wurden vereinzelt im Sphagnumtorf und in dem torfhaltigen Feinsande der vierten Schicht gefunden. Ein Exemplar aus der letztgenannten Schicht ist abgebildet worden. Es war schmal elliptisch, 2,8 mm lang, 0,92 mm breit, ein im Sphagnumtorf gefundenes 1,5 mm lang. Alle zeigten an der Spitze Reste der beiden Griffel, aber der Flügelsaum war bis auf spärliche Überbleibsel zerstört, so dafs eine nähere Bestimmung nicht möglich war. Auch das im Waldtorf gefundene berindete Holz liefs nur erkennen, dafs eine Weifsbirke vorhanden gewesen ist.

Das Pollenkorn Taf. XIV, Fig. 129, aus dem Waldtorf gehört ebenfalls zu *Betula alba*, da *B. nana* hier noch nicht vorhanden war. Übrigens zeigen die Pollenkörner der verschiedenen Birkenarten keine für die Bestimmung verwertbaren Unterschiede und sind, wenn wie hier die Intine verschwunden ist, auch von denen gewisser anderer Amentaceen, die aber in unserm Falle nicht vorhanden sind, nicht zu unterscheiden.

32. Betula nana L.

Taf. XIV, Fig. 109—114.

In der Verwitterungsrinde des Sphagnumtorfs wie in allen Lagen der vierten Schicht wurden die Früchte und Fruchtschuppen

der Zwergbirke in Menge und vorzüglicher Erhaltung gefunden, so daſs ihre Bestimmung durchaus gesichert ist. Namentlich waren die mehr sandigen Teile der vierten Schicht reich daran. Die Früchte trugen fast immer den wohl erhaltenen Flügelsaum und oft die beiden vollständig erhaltenen Griffel. Der Erhaltung der Blätter war das Material der Schicht weniger günstig, es wurden meist nur dürftige, wiewohl unverkennbar der Zwergbirke zugehörige Bruchstücke ausgeschlämmt. Die meisten dieser Blätter scheinen sehr klein gewesen zu sein. Einige der gröſsten sind in Fig. 113 u. 114 abgebildet worden.

Die Zwergbirke lebt gegenwärtig in gröſster Menge in den arktisch-polaren Ländern. Sie findet sich ferner in den alpinen und subalpinen Lagen der Gebirge Europas, Asiens und Nordamerikas; vereinzelt hat sie sich auch auf einigen norddeutschen Hochmooren in der Gegenwart angesiedelt[1]).

Bei einer an ein kaltes Klima angepaſsten Pflanze ist es zweifelhaft, ob sie in den Hochgebirgen der gemäſsigten Zone während der Tertiärzeit entstanden und während der Diluvialzeit erst nach dem Norden gelangt ist, oder ob sie nicht vielmehr dort entstanden und in der umgekehrten Richtung gewandert ist. Wenn man aber erwägt, daſs *Betula nana* in den europäischen Gebirgen, was KERNER schon hervorgehoben hat[2]), doch verhält-

---

[1]) Schon aus der Natur der beiden neuerdings im norddeutschen Tieflande aufgefundenen Standorte der Zwergbirke ergibt sich, daſs die Pflanze dort ein verhältnismäſsig junger Ansiedler ist. Ebenso glaube ich auf Grund der Befunde in den Brockenmooren der Ansicht widersprechen zu müssen, daſs die auf ihnen jetzt lebende Zwergbirke als ein lebendes »Glazialrelikt« zu gelten habe. Die Reliktentheorie hat eine groſse heuristische Bedeutung gehabt. Wenn man jetzt aber noch die Vertreter der nordischen Vegetation in der Tiefebene ohne weiteres als Glazialrelikte auffaſst, so vergiſst man, daſs das ehemalige Vorhandensein eines wärmern Abschnittes der postglazialen Zeit alle wirklichen Glazialpflanzen, die sich bis dahin noch im Tieflande erhalten hatten, mit groſser Wahrscheinlichkeit vernichtet hat. Man vergiſst ferner, daſs die Standorte, an denen sie gefunden wurden, insofern es sich um Moore handelt, erst in sehr junger Zeit, häufig sogar erst unter dem Einflusse des Menschen eine solche Beschaffenheit angenommen haben, daſs jene Pflanzen auf ihnen zu leben vermochten. Selbst das gesellschaftliche Vorkommen mehrerer nordischer Pflanzen an demselben Standorte ist kein Beweis, sondern kann auch anders erklärt werden

[2]) Studien über die Flora der Diluvialzeit in den östlichen Alpen. Sitzungsber. der kaiserl. Akad. der Wissensch., mathem.-naturw. Kl. XCVII, 1888.

nismäſsig selten vorkommt, dagegen im Norden als ein regelmäſsiger Bestandteil der Flora in auſserordentlicher Menge auftritt, so kann man, wie mir scheint, mit genügender Sicherheit behaupten, dass diese Art nicht in den europäischen Hochgebirgen entstanden, sondern erst später dahin gelangt ist.

Im Einklang damit steht die Beobachtung, daſs sie bei Lüneburg nicht zugleich mit dem alpinen Krummholz aufgetreten ist. Aber sie ist auch nicht zugleich mit der omorikoiden Fichte gekommen, deren Ursprung im nördlichen Europa zu vermuten ist. Vielmehr gewinnt es den Anschein, daſs die Zwergbirke unmittelbar aus Sibirien nach Europa eingewandert ist, nachdem sich eine Verbindung zwischen dem dortigen und dem mitteleuropäischen Tundrengebiete hergestellt hatte, und daſs der Lüneburger Fundort eine Etappe dieser süd- und westwärts gerichteten Wanderung bezeichnet.

33. Rumex acetosella L.

Taf. XIV, Fig. 115—117.

Die kleinen Nüsse, die ich mit dieser Art glaube identifizieren zu sollen, wurden in verschiedenen Lagen der vierten Schicht in namhafter Menge gefunden. Sie waren glänzend, dreikantig, an beiden Enden zugespitzt. So weit der Druck, dem sie ausgesetzt gewesen sind, sie nicht verändert hatte, waren ihre drei Seiten gleich, meist etwas nach innen gebogen. An dem einen Ende war die Anheftungsstelle erkennbar, an dem andern waren keine Griffelansätze deutlich wahrzunehmen. Die Länge schwankt zwischen 1,20 und 1,35 mm, durchschnittlich betrug sie 1,29 mm, die Breite 0,80—0,85, im Mittel 0,81 mm. Die äuſsere Fruchtwand (XIV, 117) bestand aus einer einzigen Lage von oblongen, in der Richtung der Längsachse der Frucht gestreckten und in Längsreihen angeordneten Zellen mit stark gewellten und so stark verdickten Wänden, daſs das Lumen oft nahezu verschwunden war. Auf dem Querschnitt zeigte sich, daſs die Verdickung sich nur auf die Auſsen- und Seitenwände erstreckte, der Innenwand aber fehlte. Die innere Lage der Fruchtwand bestand aus 2—3 Lagen dünnwandiger Zellen, die auf Querschnitten des Samens lanzett-

förmige Gestalt hatten. Diese innere Lage war meist nur schlecht erhalten.

In allen diesen Eigenschaften stimmen die fossilen Früchte so vollkommen mit denen des rezenten *Rumex acetosella* überein, daſs die Identität einigermaſsen gesichert erscheint. Freilich sind bei den Nüssen der jetzt lebenden Pflanze die Seitenwände gewöhnlich nicht eingebogen. Doch findet man unter einer gröſseren Zahl immer solche, bei denen es der Fall ist; überdies ist die Erscheinung wahrscheinlich erst nach dem Schwinden des Samens durch Druck entstanden.

Rumex acetosella lebt in Europa, Asien und Nordamerika. In Westgrönland ist er bis 72° 48′ beobachtet und steigt dort bis 330 m über den Meeresspiegel. v. MIDDENDORFF sammelte an der Boganida unter $71^1/_4$° n. B. eine Abart (var. *subspathulata* v. TRAUTVETTER). Fossil wurde der kleine Sauerampfer im Cromerschen Waldbette festgestellt. Eine Vermutung über die ursprüngliche Heimat dieser Art ist zurzeit nicht möglich.

34. Rubus sp.

Taf. XIV, Fig. 118.

Es wurde nur ein Steinkern, und zwar im Waldtorf, gefunden. Er war 2,5 mm lang, 1,5 mm breit und 1,0 mm dick. Nach der Gröſse und nach der Beschaffenheit des Leistennetzes der Schale liegt eine Art aus der *Sectio Eubatus* FOCKE vor. Eine nähere Bestimmung ist ausgeschlossen. Die Arten dieser Sektion scheinen dem hohen Norden jetzt vollständig zu fehlen.

35. Potentilla sp.

Taf. XIII, Fig. 120a; Taf. XIV, Fig. 119 u. 120.

Die hierher gerechneten kleinen Früchte waren 1,31—1,50 mm lang, 0,78—1,05 mm breit und etwa 0,5 mm dick, nach oben allseitig verjüngt, der Querschnitt elliptisch. Je nach der ehemaligen Stellung an der Fruchtachse war der obere Teil bald länger ausgezogen, bald kürzer. Auf der Bauchseite war ein schmaler, stumpfwinkeliger Kiel vorhanden, am Grunde der Rückenseite fand

sich die längliche Anheftungsstelle. Über beide Seiten liefen mehrere faltenartige Leisten im Bogen, bald schief gegen die Längsachse, bald nahezu parallel mit ihr. Die Fruchtwand bestand aus einem parenchymatischen Ektokarp und einem sklerotischen Endokarp. Wurde jenes entfernt, so erschienen die Kerne ganz glatt; die Leisten waren also durch das Ektokarp bedingt.

Dadurch sind die *Potentilla*-Früchtchen von denen der *Batrachium*-Arten unterschieden, bei welchen die Leisten durch Erhabenheiten des Endokarps bedingt sind. Ein weiterer Unterschied liegt darin, daſs bei *Batrachium* die Leisten mehr oder weniger senkrecht zur Längsachse gerichtet sind und häufige Unterbrechungen zeigen. Weniger scharfe Unterschiede sind in der histiologischen Beschaffenheit der Früchte beider Arten vorhanden. Doch fand ich, daſs bei *Batrachium* die Faserzellen des Endokarps weitlumiger und reichlicher und viel gröber getüpfelt sind als bei *Potentilla*, was besonders bei der innersten Lage der Fasern hervortritt, welche sich mit denen der äuſsern Lage kreuzen.

Bei den fossilen *Potentilla*-Früchtchen besteht die äuſsere Schicht des Endokarps auf der Mitte der Fruchtwand aus 3—4 Zelllagen, ebenso wie bei unserer *Potentilla silvestris*, mit welcher die fossilen Früchte überhaupt gut übereinstimmen. Dennoch wäre es sehr gewagt, die Identität mit dieser Art aussprechen zu wollen.

36. Calluna vulgaris Salisb.

Taf. XIV, Fig. 121—124.

Von dieser Art wurden nur Reiser angetroffen, deren äuſsere Beschaffenheit wie deren innerer Bau eine sichere Bestimmung ermöglichte. Ein im Waldtorf gefundenes Exemplar ist in Fig. 121 abgebildet. Es war ein 4,5 mm dickes, nur wenig zusammengedrücktes Stämmchen mit wohlerhaltener rissiger Rinde. Kennzeichnend sind die tiefliegenden, in diskussierten zweigliedrigen Quirlen, also in vier Längsreihen stehenden Augen. Im anatomischen Bau des Holzes, das vortrefflich erhalten war, ist entscheidend das Vorkommen zerstreuter, radialer Parenchymzell-

reihen, zwischen denen zahlreiche Prosenchymfasern stehen, die zerstreuten, ziemlich engen Gefäſse, die einzeln oder in Gruppen von 2—3 auftreten, behöfte Tüpfel mit engem, spaltförmigem Porus zeigen und deren Perforation zumeist einfach lochartig ist oder seltener 1—3 Leitersprossen aufweist.

Calluna vulgaris ist fossil in den interglazialen Torflagern bei Grünental und bei Lauenburg gefunden worden, ferner in dem frühglazialen Teile des Lagers von Lütjen-Bornholt. In den nord- und mitteleuropäischen Hochmooren der Gegenwart wird sie in groſser Menge und Regelmäſsigkeit angetroffen.

Die Pflanze ist gegenwärtig durch ganz Mittel- und Nordeuropa einschlieſslich Island, dort wie in Skandinavien ungefähr bis zur Waldgrenze der arktischen Region, verbreitet. Sie fehlt östlich des Timangebirges und überschreitet im Gouvernement Simbirsk den Ural nur wenig ostwärts. In den übrigen Teilen Asiens einschlieſslich des Kaukasus und in Amerika ist sie nicht heimisch. Die spärlichen Vorkommen an der amerikanischen Ostküste von Neufundland bis Massachusetts werden mit Recht auf neuerliche Verschleppung zurückgeführt. In Grönland fehlt sie. In Südspanien, Unteritalien und Griechenland beschränkt sie sich ebenso wie auf den Azoren auf die höheren Gebirge. Mit groſser Wahrscheinlichkeit darf man den Ursprung der Besenheide in der Tertiärzeit auf den Gebirgen des westlichen Mittelmeergebietes suchen, von wo sie in der spätern Pliozänzeit oder beim Beginn der Diluvialzeit ihre Wanderung und Ausbreitung in den nördlichen Tiefländern begann. War die um diese Zeit vermutete Landhebung derart, daſs dadurch eine Verbindung zwischen Europa und Amerika über Grönland hergestellt wurde, so kann doch dieser Weg für *Calluna vulgaris* nicht gangbar gewesen sein, weil sie andernfalls nach Nordamerika gelangt wäre und sich dort ähnlich wie in Europa ausgebreitet hätte. Wir müssen annehmen, daſs die klimatischen Verhältnisse auf jener Landbrücke, die man sich wohl nur als breitere insulare Verbindung zu denken hat, so lange sie bestand, dem Vordringen unserer Pflanze nicht günstig waren. Mangel an Luftfeuchtigkeit, der anscheinend im hohen Maſse für

die Verbreitung der Besenheide bestimmend ist[1]), war es schwerlich, der sie hier hemmte; eher ist an allzu niedrige Temperatur zu denken. Das jetzige Vorkommen in Island ist einer postglazialen Wanderung zuzuschreiben.

Beachtenswert dürfte es sein, daſs die Besenheide nur im untern Teile des Lüneburger Aufschlusses vorkommt, dem Sphagnumtorf und der darüber liegenden Schicht aber völlig fehlt. Wenn man die leichte Ausbreitungsfähigkeit unserer Pflanze berücksichtigt und ihre starke Neigung, sich in der Gegenwart wenigstens auf den Bulten mit der Hochmoorflora zu vergesellschaften, so ist das Fehlen in einer ursprünglich über 3 m mächtigen Sphagnumtorfschicht schwerlich als ein Zufall zu betrachten, sondern eher anzunehmen, daſs es klimatische Ursachen gewesen sind, welche ein weiteres Bestehen der Art an dem Orte verhindert haben.

37. Vaccinium oxycoccus L.

Taf. XIV, Fig. 125—127.

Die kleinen, schwarzen, oft in scharfem Bogen oder knickig verlaufenden Stämmchen von höchstens 1 mm Dicke waren im Polytrichum-Sphagnumtorf und in dem reinen Sphagnumtorf in Menge vorhanden, immer mit der netzig-rissigen Rinde bekleidet. Blätter wurden mehrfach in Verbindung mit den Stämmen getroffen. Ihre Länge schwankte zwischen 1,5 und 5 mm, meist betrug sie 4 mm. Sie waren gewöhnlich schlecht erhalten und dem Moose so fest angepreſst, daſs es nicht glückte, sie loszulösen. In den Moostorflagen der vierten Schicht wurden keine Spuren der Moosbeere gefunden.

Die Pflanze ist circumpolar durch die kühleren Teile von Europa, Sibirien und Nordamerika verbreitet. In Grönland traf man sie zwischen 60 und 64° n. B. an der Westküste, aber nur an wenigen Orten. Ebenso ist sie in Island spärlich vertreten. Den höhern Norden Asiens meidet sie. In den Alpen steigt sie

---

[1]) Fr. Th. Köppen: Geographische Verbreitung der Holzgewächse des europäischen Ruſslands und des Kaukasus. Beitr. z. Kenntn. d. Russ. Reichs etc. dritte Folge, Bd. V, S. 541 u. 542.

so hoch empor wie die Sphagneten, an die sie überhaupt meist gebunden erscheint. In Südeuropa fehlt sie, abgesehen von vereinzelten Vorposten; in den Pyrenäen hat man sie vergeblich gesucht.

Fossil ist die Moosbeere in einer großblättrigen, aber, wie ich mich jetzt überzeugt habe, sicher dieser Art angehörigen Form bei Aue im Erzgebirge gefunden, ferner in den interglazialen Schichten von Fahrenkrug, Groß-Bornholt (hier ebenfalls in einer großblättrigen Form) und von Lütjen-Bornholt, ebenso in dem frühglazialen Teile des letztgenannten Lagers.

Der Ursprung der Art ist im östlichen Nordamerika zu suchen, wo sie zwei nahe Verwandte hat. Von dort scheint sie bereits während der Pliocänzeit nach Europa gelangt zu sein, aber unter Verhältnissen, welche anderen ihrer Mitbewohner auf den heutigen kanadischen Hochmooren, wie *Vaccinium macrocarpum*, *V. canadense*, *V. pennsylvanicum*, *V. caespitosum*, *Kalmia*, *Ledum latifolium*, *Pirus arbutifolia* u. a. m., die gleiche Wanderung versagt haben.

38. Vaccinium priscum.

Taf. XV–XVIII; Taf. XIV, Fig. 128; Taf. XIII, Fig. 157a.

Reiser wurden in allen Torfschichten, wie in der vierten Schicht bis 40 cm unter ihrer Oberkante gefunden. In dem Waldtorf erfüllten die Blätter mit dazwischen liegenden Reisern und reichlich durchmischt mit den Blättern von *Picea omorikoides*, stellenweise eine dünne Lage vollständig, wurden aber auch in den anderen Lagen des Torfs angetroffen. Im Sphagnumtorf wurden die Reiser nicht nur in den Bultlagen angetroffen, in diesen aber in beträchtlicher Menge. Die auch in dieser Schicht reichlich vorhandenen Blätter waren wesentlich schlechter erhalten als in dem Waldtorf und immer den Moosen unlösbar fest angepreßt; nur wenige kleinere Blätter waren hier unversehrt.

Vaccinium priscum war ein etwa 0,35 m hoher, wahrscheinlich laubwechselnder Strauch. Seine etwas lederigen Blätter waren länglich-elliptisch, oben gerundet, sehr kurz gestielt, die Spreite vom Stiel abgesetzt, am flachen Rande schwach und unregelmäßig gekerbt-gezähnelt, oberseits glänzend und netzig gefurcht, unter-

seits matt und reichlich (drüsig?) punktiert mit stark vorspringendem Mittelnerv; die Seitennerven traten nur in der Nähe ihres Ursprungs etwas hervor. Die ziemlich groſsen Samen hatten eine schiefeiförmige Gestalt. Nähere verwandtschaftliche Beziehungen zu einem der jetzt in Europa lebenden Vaccinien waren nicht vorhanden.

Die Pflanze war rauheren klimatischen Verhältnissen angepaſst als die Besenheide und die Moosbeere, gleich diesen befähigt, in Sphagneten zu leben, extremen Verhältnissen aber, wie sie mutmaſslich am Schlusse der Ablagerung der vierten Schicht herrschten, anscheinend nicht gewachsen. Sie war bei Lüneburg ungefähr gleichzeitig mit dem Krummholz erschienen, als der Omorikawald sich beim Beginn der Hochmoorbildung zu lichten anfing. Ob sie aus den Alpen oder aus dem Norden gekommen ist, war vorläufig nicht zu entscheiden; doch ist das erste minder wahrscheinlich als das andere.

Näheres ergibt der folgende Bericht über die Einzelheiten der Untersuchung, wobei ich mich der Terminologie NIEDENZU's im wesentlichen anschlieſse [1]).

a) Blätter.

Der Stiel (Taf. XV, Fig. 136 u. 141; Taf. XVI, Fig. 143) ist bei den gröſsten Blättern höchstens 2 mm lang, 0,65 mm breit und 0,33 mm hoch, halbstielrund, mit gerundeten Rändern, oben ganz seicht längs-gefurcht. Spuren von Behaarung konnten nicht festgestellt werden. Er enthielt eine dünne, aus flachen Zellen gebildete Epidermis, ein kräftiges, ringsum geschlossenes Hypoderm und ein einziges groſses, quer verbreitertes, elliptisches Gefäſsbündel, das von einer dicken Sklerenchymscheide rings umhüllt wird. Diese lehnt sich oberseits unmittelbar an das Hypoderm an und verschmilzt mit ihm. Unterseits ist zwischen Hypoderm und Scheide eine breite Parenchymschicht eingeschaltet, deren rundliche Zellen mehr oder minder deutlich in radiären, durch Interzellularräume getrennte Reihen angeordnet sind.

---

[1]) F. NIEDENZU: Über den anatomischen Bau der Laubblätter der *Arbutoideae* und *Vaccinioideae* in Beziehung zu ihrer systematischen Gruppierung und geographischen Verbreitung. ENGLER's Bot. Jahrb. 1890, Bd. XI, S. 134—263.

Die Spreiten sind bis 28 und vielleicht 30 mm lang, bis 9,8 mm breit und 0,15—0,18 mm dick. Der Primärnerv tritt auf seiner ganzen Länge unterseits stark hervor, während er oberseits stark gefurcht ist. An der Blattspitze (Taf. XVI, Fig. 142) tritt er nicht in Gestalt eines Spitzchens oder einer verdickten Schwiele aus, sondern verflacht sich dort. Die Sekundärnerven, von denen auf jeder Seite der Mittelrippe 6—8 vorhanden sind, treten unter Winkeln von 40—50° aus. Nur an der Stelle ihres Ursprungs treten sie an der Blattunterseite etwas hervor, weiterhin verdünnen sie sich derart, daſs auch die gröſseren an ihren Enden oft kaum von den Tertiärnerven unterschieden werden können. Die schwächeren von ihnen lösen sich sehr bald in solche auf. Die stärksten laufen bis in die Nähe des Blattrandes und bilden, dort umbiegend, mehr oder minder deutlich »Schlingen«, d. h. bogenförmige Anastomosen (Taf. XVI, Fig. 143).

Der Rand der Spreiten ist ganz flach. Er enthält keine nach unten vorspringende und durch Sklerenchym ausgezeichnete Randleiste. Die Zähnchen waren gerundet und trugen keine Enddrüsen (Taf. XVIII, Fig. 160).

Die Epidermis der Blattoberseite (Taf. XVII, Fig. 149) ist 0,009 mm dick, einschichtig, die Auſsenwand nicht auffällig verdickt, etwa 0,002 mm dick, die Cuticula sehr dünn. Die Seitenwände sind 0,0009 mm dick. Die Zellen haben einen gröſsten Durchmesser von 0,026—0,029 mm. Ihre Seitenwände sind stark ausgebuchtet, so daſs die Zellen, von der Fläche gesehen, »geduldspielartig« ineinander gefügt erscheinen.

Die Epidermis der Blattunterseite (Taf. XVII, Fig. 150) ist 0,0065 mm dick. Die Zellen haben die gleiche Gröſse wie die der Oberseite; aber die Gestalt ist polygonal mit mäſsig stark gebuchteten Seitenwänden. Letztere sind etwas dünner als an der Blattoberseite. Ausgezeichnet ist die Cuticula der Blattunterseite durch dünne, etwas geschlängelte und oft gebogene zarte Falten, von denen etwa 12—15 über einer Zelle liegen. Sie fehlen nur da, wo das Hypoderm der Blattnerven sich findet. Sie laufen über die einzelnen Zellen im ganzen parallel; ihr Verhalten zu den Haargebilden ist noch näher zu erörtern.

Von solchen Haaren finden sich die Spuren nur auf der Blattunterseite (Taf. XVI, Fig. 145). Erhalten geblieben sind von ihnen aber meist allein die in die Epidermis eingesenkten Basalzellen, die von den Epidermiszellen in der Flächenansicht durch dickere, nicht geschlängelte Wände unterschieden sind. Nur einige Male erkannte ich über den Basalzellen eine zweite Zellenlage, die ebenso viel einzelne Zellen wie jene enthielt.

Die Zahl der Basalzellen beträgt meist 2—3, zuweilen auch 4—5. Diese Gebilde liegen meistens über den Seiten der durchschimmernden Gefäfsbündel, einzelne auch über dem dazwischen befindlichen Mesophyll. Die Cuticularleisten laufen strahlenförmig auf sie zu, gewöhnlich in der Nähe der Haarbildungen mit einigen kräftigeren Leisten untermischt. Nach Analogie der lebenden Vaccinien darf man aus dem Bau dieser Haarbildungen wohl schliefsen, dafs sie Drüsenköpfchen trugen, die aber wegen ihrer Zartheit nicht erhalten geblieben sind.

Spuren von Deckhaaren vermochte ich nicht aufzufinden.

Spaltöffnungen (Taf. XVII, Fig. 150) finden sich ausschliefslich auf der Blattunterseite, niemals auf der Oberseite. Ich zählte auf 0,1 qmm durchschnittlich 14—15. Sie haben aufser dem schmal lanzettlichen Schliefszellenpaare jederseits eine mit der Schliefszelle parallele Nebenzelle. Ihre Länge beträgt 0,021 mm, die Breite 0,006 mm, einschliefslich der Nebenzellen 0,013 mm, die Länge der Spalte 0,009 mm.

Das Assimilationsgewebe (Taf. XVI, Fig. 144) sondert sich in eine aus drei sehr deutlichen Lagen bestehende, 0,067 mm dicke Pallisadenschicht unter der Blattoberseite und das 5-6 Zelllagen umfassende, bis 0,100 mm dicke Schwammparenchym. Alle Mesophyllzellen sind gleich dünnwandig. Die Zellen des Schwammparenchyms sind rundlich bis eiförmig, nur wenig ausgebuchtet. Seine Lakunen sind anscheinend nur mäfsig weit gewesen. Spikularzellen fehlen. Ob Drüsenzellen vorhanden gewesen sind, liefs sich nicht entscheiden.

Die Gefäfsbündel (Taf. XVII, Fig. 148) sind im Querschnitte rundlich; nur das der Mittelrippe, an der sich alle anatomischen Einzelheiten des Blattstieles wiederholen, ist quer-ellip-

tisch. Sämtliche Gefäſsbündel sind, abgesehen von den letzten Verzweigungen, an der Xylem- wie an der Phloemseite mit je einem Bündel dickwandigen Prosenchyms versehen. Die beiden Bündel sind, wie ich mit gröſster Sicherheit festzustellen vermochte, nicht zu einer rings geschlossenen Scheide verschmolzen. Oberseits wie unterseits lehnt sich ein dickwandiges Hypoderm an die Prosenchymbündel an. Die Gefäſsbündel sind nach diesem Befunde gemäſs der Terminologie NIEDENZU's als »indirekt durchgehend« zu bezeichnen[1]). Die weiteren Elemente des Xylems sind in radiären Reihen angeordnet, das Phloem umfaſst das Xylem auf dem Querschnitte nierenförmig. Die Blattfläche ist bei den meisten Gefäſsbündeln eingezogen, auf der Blattoberseite immer stärker als auf der Unterseite.

Bemerkenswert ist der verhältnismäſsig gute Erhaltungszustand der inneren Gewebe der Blätter, besonders der Umstand, daſs diese, wenigstens im Waldtorf, nicht oder fast gar nicht zerdrückt waren. Ich schlieſse daraus, daſs die Blätter im Leben eine gewisse lederige Beschaffenheit hatten. Als ich sie abtrocknen lieſs, zeigte die durch die Nerveneinsenkung netzfelderige Oberseite einen ziemlich lebhaften Glanz, während die Unterseite matt blieb.

b) Reiser.

Die Reiser (Taf. XVI, Fig. 146 und Taf. XVII, Fig. 147) haben einen Durchmesser von höchstens 3,5—6 mm. Sie sind meist wenig zusammengedrückt, dicht mit der netzig-rissigen Rinde umkleidet, die sich nach dem Trocknen nicht ablöst und dabei auſsen eine hellgraue bis bräunlich-graue Farbe annimmt. Sie besteht aus einem 2—3 Zellenlagen starken Periderm, dessen plattenförmig-parallelopipedische Zellen in der radialen Richtung 0,008 mm, in der tangentialen 0,026 und in der axillaren meist 0,021 mm groſs sind. Das Periderm sondert sich auſsen in kleinen, wenigzelligen Schuppen ab.

Unter dem Periderm liegt das wohl erhaltene Phellogen. Dann folgt eine 5—6 Lagen starke Schicht von Parenchymzellen der primären Rinde. Sie sind tangential und axillar etwas gestreckt,

[1]) a. a. O. S. 169.

meist 0,0104 mm in radialer, 0,016 mm in tangentialer und 0,018—0,025 mm in axillarer Richtung grofs, ihre Zellenwand 0,003 mm dick. Die darunter folgende sekundäre Rinde besteht aus prosenchymatischen, im Querschnitt isodiametrischen Elementen, deren Durchmesser meist 0,014 mm beträgt[1]). Die Wanddicke ist dieselbe, wie in der primären Rinde. Beide Rindenabschnitte werden von den sich nach aufsen erweiternden Markstrahlenenden durchsetzt, deren Elemente wie gewöhnlich in der sekundären Rinde radial, in der primären tangential gestreckt sind.

Das Kambium ist immer gut erhalten, und die Rinde trennt sich beim Schneiden nicht von dem Holzkörper, wie bei anderen fossilen Hölzern gewöhnlich erfolgt. Selbst beim Trocknen bleibt dieser feste Zusammenhang bestehen[2]).

Das Holz (Taf. XVII Fig. 151, 152, und Taf. XVIII, Fig. 153) ist gut erhalten, obwohl tief gebräunt. Es enthält zahlreiche meist einreihige, daneben zerstreut 2—4 reihige Markstrahlen. Sie sind 2—25, meist 10—15 Zellen hoch. Die Dimensionen der einzelnen Zellen sind radial 0,015—0,026 mm, tangential 0,008—0,010 mm, axillar 0,016—0,031, meist 0,020 mm. Auf 0,1 qmm des Stammquerschnittes zählte ich 8—11, meist 9 Strahlen. Sie sind durch 1—6, meist 3 Radialreihen der anderen Elementarorgane voneinander getrennt.

Das übrige Holz besteht aus Gefäfsen und Libriform. Parenchym habe ich nur selten bemerkt. Das Libriform tritt in gröfseren oder kleineren Gruppen auf; es bedeckt auf dem Querschnitte 0,3, höchstens 0,4 der Fläche. Seine Zellen tragen auf der Tangen-

[1]) Die Endpunkte der Zellenmessung liegen in der Mitte der Trennungswände. Als Wanddicke ist die Dicke der ganzen, zwei benachbarte Zellräume scheidende Wand gemeint.

[2]) Dieses Verhalten des Kambiums ist für alle in quartären Ablagerungen jüngerer wie älterer Stufen vorkommenden Ericaceenreiser kennzeichnend. Dafs sich die Rinde auch beim Trocknen nicht löst, ist durch die gröfsere Widerstandsfähigkeit des Holzes gegen die Ulmifikation oder richtiger vielleicht durch die abweichende Art der Ulmifikation bedingt. Auch bei Betula Arten fand ich sehr oft das zarte Kambium mit ulmificierten Zellwänden vorzüglich erhalten; aber die besondere Art der Ulmifikation des Holzes bedingte ein stärkeres Schwinden beim Trocknen und ein entsprechendes Lösen von der Rinde.

tialwand kleine Hoftüpfel, auf der Radialwand einfache. Der Querdurchmesser der einzelnen Fasern beträgt meist 0,010 mm, nicht selten sind sie durch feine Querwände gefächert.

Auf 0,1 qmm des Querschnittes zählte ich 116—123, durchschnittlich 120 Gefäfse. Sie sind gleichmäfsig über den ganzen Jahrring verteilt, bald einzeln bald in kleinen Gruppen von 2—5. Ihr Durchmesser wechselt von 0,014—0,031 mm. Sie sind mit deutlich bis undeutlich behöften, nicht selten einfachen Tüpfeln mehr oder minder dicht bedeckt. Der Tüpfelporus ist meist quer verbreitert, spaltenförmig bis lanzettlich, zuweilen aber auch kreisrund. Manchmal lassen sich alle Tüpfelformen auf wechselnden Strecken desselben Gefäfses beobachten. Die schiefen Querwände der engeren Gefäfse sind mit einem einfachen Loche durchbrochen, die der weiteren auf ihrer Hauptfläche leiterförmig, mit 8—10 Sprossen, an dem obern und untern Ende der Querwand aber siebplattenartig oder netzartig. Zuweilen findet man auch einzelne Querwände, die im mittlern Teile eine netzartige Durchbrechung zeigen.

Die äufsere Grenze der Jahrringe wird durch 1—3 Reihen von Zellen — Gefäfsen wie Fasern — dargestellt, die in radialer Richtung auf dem Querschnitte stark verkürzt sind, wodurch sich ihr Lumen verengt, während die Wanddicke unverändert bleibt. Diese radial gekürzten sind mit den anderen Elementen des Jahrringes nicht durch Uebergänge verbunden, sondern sie erscheinen plötzlich. In dem andern, dem Hauptteile des Jahrringes sind die Gröfsenverhältnisse der Fasern wie der Gefäfse unter sich die gleichen. Ein besonders weitlumiges Frühjahrsholz ist nicht vorhanden.

Die Breite der Jahrringe wechselt von 0,1—0,25 mm. An den Markstrahlen zählte ich, je nachdem die Jahrringe breit waren, in radialer Richtung 7—16 Strahlenzellen in ihnen.

Bei einem 3,3 mm dicken, nicht zusammengedrückten Stamme stellte ich 7 Jahrringe fest. Da der Radius des Holzkörpers 1,34 mm betrug, so betrug ihre durchschnittliche Breite 0,2 mm. Die kräftigsten (im Polytrichumtorf gefundenen) Stämme zeigten bis 27 Jahrringe, die 0,05—0,2 mm, durchschnittlich 0,11 mm breit waren.

Das Mark ist eng, von 0,3—0,4 mm Durchmesser. In der Markkrone sind gewöhnlich 6 primäre Bündel erkennbar.

Die Reiser hatten die Fähigkeit, an ihren oberen Teilen leicht Adventivwurzeln zu bilden (Taf. XVII, Fig. 147, w) und zwar reichlicher als z. B. bei *Calluna vulgaris*. Die Pflanze war daher etwas besser noch als diese Art befähigt in wachsenden Sphagneten zu leben, wurde aber dort doch rascher von dem Moose erdrückt als auf den Bulten, was daraus hervorgeht, dafs die zwischen dem Sphagnum gefundenen Reiser immer schwächer waren als die in den Bultlagen.

c) Samen und Blütenstaubkörner.

Von den im Sphagnumtorf spärlich gefundenen Samen, die ich glaube mit einiger Wahrscheinlichkeit zu *Vaccinium priscum* rechnen zu dürfen, sind die besterhaltenen abgebildet worden (Taf. XVIII, Fig. 154—157). Ihre Gestalt war schief verkehrteiförmig, fast dreieckig gerundet. Sie waren 1,3 mm lang und 1,0 mm breit, alle ziemlich stark zusammengedrückt. Ihre ungefähr 0,025 mm dicke Schale (Taf. XIII, Fig. 157 a) liefs zwei Schichten erkennen. Die äufsere (s_1) enthielt eine einzige Lage weitlumiger, prosenchymatischer Zellen, die in der Richtung der Längsachse des Samens gestreckt waren. Sie hatten stark verdickte Seitenwände, die ebenso wie die schwächer verdickten Innenwände reich mit kleinen runden Tüpfeln versehen waren (Taf. XVIII, Fig. 159). Die Aufsenwände waren dünn und gewöhnlich tief in das Lumen der Zelle gebogen, so dafs die Samen bei der Betrachtung mit einer zehnmal vergröfsernden Lupe bei passender Beleuchtung fein längsgrubig punktiert erschienen. Die Zellen waren in der Mitte des Samens 0,100—0,165 mm lang und meist 0,040 mm breit, nach dem proximalen Samenteile länger und schmäler, nach dem entgegengesetzten weiter und kürzer (Taf. XVIII, Fig. 158 u. 159).

Unter der äufsern Zellschicht folgte eine zweite (Taf. XIII, Fig. 157 a bei s_2), die aus radial zusammengedrückten, dünnwandigen Zellen bestand, von denen mir zwei Lagen vorhanden zu sein schienen. Auffallenderweise fand ich in allen Samen, die ich zer-

schnitten habe, auch die wohlerhaltenen Zellen des Nährgewebes vor, was freilich für den nicht besonders überraschend ist, der weiſs, daſs zuweilen selbst das zarte Gewebe des Kambiums und sogar das der Vegetationspunkte der Wurzeln gewisser Pflanzen bei der Vertorfung aufs beste erhalten bleibt. Inhalt fehlte diesen Zellen.

Nach der Gestalt und dem Bau der Schale können diese Samen recht wohl einem *Vaccinium* angehören. Im Schalenbau stimmen sie so vollkommen mit *Vaccinium uliginosum* überein, daſs ein Kenner der Samenschalen der letztgenannten Art beim Anblick der Querschnitte der fossilen Samen nicht zögern würde, beide für dasselbe zu erklären. Sie weichen aber in der Gröſse und der Gestalt stark ab. Wollte man annehmen, daſs es zusammengedrückte Samen von *V. oxycoccus* wären, wozu ihre Gröſse passt, so widerspricht dem aber der Bau der Schale. Ueberhaupt finde ich, daſs sie zu keinem der jetzt in Europa lebenden Vaccinien passen.

Was die Erikalen-Pollen anlangt, die ich in allen Schichten des Torfflözes angetroffen habe, so bieten sie keinerlei Anhaltspunkte für eine nähere Bestimmung. Die in den drei Torfschichten vorkommenden können ebensogut von *Calluna* oder von *Vaccinium oxycoccus* wie von *Vaccinium priscum* herrühren. Dagegen dürften die in dem torfhaltigen Feinsande der vierten Schicht gefundenen mit einigem Grunde dem *Vaccinium priscum* allein zugeschrieben werden, da hier keine andere Erikale beobachtet worden ist. Taf. XIV, Fig. 128 zeigt eins der Pollenkörner aus dieser Schicht. Sie waren immer tetraëdrische Tetraden, ihr Gesamtdurchmesser betrug ungefähr 0,050 mm.

d) Versuch, die Befunde für die Bestimmung zu verwerten.

Nach den Befunden im Bau der Blätter und der Achsen unserer Pflanze ist nicht zu bezweifeln, daſs sie der Familie der Erikaceen angehört. Beachtet man die Gestalt und Anordnung der Nebenzellen der Spaltöffnungen, die einschichtige Epidermis, das Fehlen von Spikularzellen, so ist ebenso sicher, daſs sie den Euvaccinien angehört. Der Mangel an Haarstummeln oder Köpfchenhaaren

an den Blattzähnen, der Umstand, daſs das Leitparenchym in der unmittelbaren Umgebung der Blattgefäſsbündel dünnwandig ist, und die Faltung der Cuticula schlieſst ebenso wie die Erwägung, daſs schwerlich eine den jetzt in Neuguinea und im tropischen Asien oder in Südamerika lebenden Gattungen angehörige Art vorliegen dürfte, alle anderen auſser Vaccinium im weitesten Sinne aus.

Von dieser artenreichen Gattung kommen die Sektionen *Oxycoccus* und *Vitis idaea* auſser Betracht, weil bei ihnen die Gefäſsbündel der Blätter rings vom Assimilationsparenchym umschlossen werden, beziehungsweise ein Randbast vorhanden ist.

Weiter kommen in Fortfall die Sektionen *Macropelma*, *Epigynium*, *Cinetosandra* und *Neurodesia*. Denn *Macropelma* weicht im Bau der Epidermis, durch den Besitz von Randdrüsen und besonders dadurch ab, daſs die Gefäſsbündel der Blätter von rings geschlossenen Sklerenchymscheiden umgeben sind. *Epigynium*, *Cinetosandra* und *Neurodesia* haben eine stets glatte, meist stark entwickelte Cuticula, breitelliptische oder kreisrunde Spaltöffnungen und mehr oder minder regulär-polygonale oder kleinwellige Epidermiszellen.

Nach der lang elliptischen Gestalt der Spaltöffnungen, der sehr dünnen Cuticula und der zartwandigen Beschaffenheit der Zellwände der Epidermis und des Assimilationsparenchyms, dem Vorhandensein von Cuticularleisten und der groſsbuchtigen Form der Epidermiszellen kommen in Betracht die Sektionen *Batodendron*, *Oxycoccoides*, *Cyanococcus* und *Euvaccinium*.

Leider sind diejenigen Gebilde, mit deren Hilfe unter der groſsen Zahl von Arten dieser Sektionen am raschesten und sichersten eine Auswahl möglich gewesen wäre, nämlich die Haare, insbesondere die Drüsenhaare, denen nach NIEDENZU ein hoher systematischer Wert zukommt, bei unserer Pflanze nicht erhalten geblieben.

Es blieb daher nichts anderes übrig, als die jetzt lebenden Arten der genannten Sektionen einzeln durchzugehen, wozu mir die Herbarien des Bremer und des Berliner botanischen Museums in dankenswerter Weise zur Verfügung standen und die Gelegenheit boten. Ich habe nicht bloſs alle diejenigen Arten, deren Blätter

wenigstens in einzelnen Formen eine gewisse äufsere Aehnlichkeit mit den fossilen zeigten, sondern auch zahlreiche andere zumal der nördlichen gemäfsigten Zone nebst solchen der subtropischen und tropischen Gebirge nach dem anatomischen Bau ihrer Blätter verglichen.

Das Ergebnis ist verneinend gewesen. Ich vermochte die fossilen Blätter mit keiner jetzt lebenden Vacciniumart der nördlichen gemäfsigten Zone und der angrenzenden subtropischen und tropisch-montanen Gebiete zu identifizieren.

Insbesondere habe ich *Vaccinium salicinum*, *ovalifolium*, *parvifolium* (nebst *V. Chamissonis* BONGARD), *canadense* und *pennsylvanicum* verglichen, ohne zu einem befriedigenden Ergebnis gelangt zu sein. So ungern ich geneigt bin zu glauben, dafs eine vollständig ausgestorbene Art vorliegt, so bleibt doch nach alledem nichts übrig, als die fossile Pflanze vorläufig mit einem besondern Namen zu bezeichnen, bis weitere Untersuchungen mehr Licht in die Sache gebracht haben werden.

Unter den jetzt in Europa lebenden Heidelbeeren hat *V. priscum* zweifellos eine grofse habituelle Ähnlichkeit mit *V. uliginosum*, namentlich mit der *f. tubulosa* BAEN., so dafs ich es zuerst dafür hielt. Diese Ähnlichkeit bekundet sich namentlich in dem allgemeinen Umrifs der Blätter, ihrer Dicke, ihrem 2—3 schichtigen Pallisadenparenchym und den »durchgehenden« Gafäfsbündeln.

Ebenso ist eine namhafte Übereinstimmung in dem Aussehen der Stämme und in ihrem Bau vorhanden. Bei *Vaccinium uliginosum* zeigt die Rinde dieselben Erscheinungen, wie bei der fossilen Pflanze, das Holz besteht wie dort hauptsächlich aus 1—7 reihigen Markstrahlen, Libriformfasern und Gefäfsen mit gleicher Verteilung im Jahrringe und ähnlicher Tüpfelung, die engeren Gefäfse wie bei der fossilen Pflanze mit meist einfach lochartiger Durchbrechung der Querwände, seltener sieht man wenige (3—5) dünne Leitersprossen daselbst, während die Querwände der weiteren Gefäfse stets unvollständig durchbrochen sind.

Es dürfte daher nicht ohne Interesse sein, die Punkte, in denen beide Pflanzen am auffälligsten voneinander abweichen, zum Schlusse gegenüber zu stellen. Es sind nämlich folgende:

Vaccinium priscum.	*Vaccinium uliginosum.*
1. Blattsaum unregelmäfsig und klein gekerbt-gezähnelt.	1. Blattsaum ganzrandig.
2. Spreite niemals allmählich in den Stiel verschmälert.	2. Spreite bei allen Formen allmählich in den Stiel verschmälert. Sehr selten machen einzelne Blätter eine Ausnahme.
3. Blattstiel oberseits nur seicht gefurcht.	3. Blattstiel oberseits rinnig, im Querschnitte fast geflügelt.
4. Auf der Blattunterseite treten (aufser der Mittelrippe) nur die Sekundärnerven, und diese auch nur in dem der Mittelrippe zunächstliegenden Teile stärker hervor.	4. Auf der Blattunterseite treten die Sekundär- und Tertiärnerven, teilweise auch die Quartärnerven deutlich hervor.
5. Die Unterseite reichlich mit (Drüsen?-)Haaren bedeckt.	5. Blätter unbehaart.
6. Epidermiszellen der Blattoberseite mit stark geschlängelten Seitenwänden, geduldspielartig ineinander gefügt. Durchmesser 26 bis 29 μ.	6. Epidermiszellen der Blattoberseite nur bei f. *tubulosa* mit stärker geschlängelten Seitenwänden. Bei der Hauptform polygonal mit etwas gebogenen Seitenwänden. Durchmesser 30 bis 50 μ und selbst 67 μ.
7. Epidermiszellen der Blattunterseite polygonal mit gebogenen, sehr dünnen Seitenwänden. Durchmesser höchstens 30 μ.	7. Epidermiszellen der Blattunterseite mit wenig gebogenen, ziemlich dicken Seitenwänden. Durchmesser 40 bis 67 μ.

8. Cuticula der Blattunterseite mit zahlreichen, strichartig feinen, ungefähr parallel laufenden Falten.	8. Cuticula der Blattunterseite nur mit zerstreuten, gröberen, unregelmäfsig laufenden, oft unterbrochenen Leisten. Zuweilen fast ganz glatt.
9. Im Holze des Stammes die gröfseren Gefäfse mit Querwänden, die in ihrem mittlern Teile netz- oder leiterförmig durchbrochen sind.	9. Die Querwände der gröfseren Gefäfse des Stammholzes meist über die ganze Fläche siebartig, seltener im mittlern Teile netzartig, selten leiterförmig durchbrochen.
10. Samen(?) verkehrt- eiförmig-dreieckig.	10. Samen gebogen-spindelförmig.

Man möge diese Unterschiede im Auge behalten, sobald man in diluvialen Ablagerungen auf Reste stöfst, die dem rezenten *Vaccinium uliginosum* ähnlich erscheinen, wie es auch von Wert wäre, alle bisherigen Bestimmungen von *Vaccinium uliginosum* in derartigen Lagern einer Nachprüfung zu unterziehen.

Ich möchte zuletzt noch hervorheben, dafs ohne die ausgezeichnete, gründliche Vorarbeit NIEDENZU's jeder Versuch einer Bestimmung dieser fossilen Vacciniumreste hoffnungslos gewesen wäre. Auch im Interesse der Palaeophytologie ist zu wünschen, dafs andere artenreiche Familien und Gattungen in gleicher Weise bearbeitet würden.

Werfen wir nunmehr einen Blick auf die Reihe der besprochenen Pflanzen zurück, so ergibt sich, dafs zwar nur von wenigen unter ihnen die Herkunft mit genügender Wahrscheinlichkeit feststeht. Aber diese wenigen sind imstande, in groben Zügen die Florenmischung erkennen zu lassen, die sich am Anfang der Diluvialzeit bei Lüneburg vollzog.

Es waren zuerst Vertreter der Flora, welche in der Tertiärzeit die Gebirge des Mittelmeergebietes bewohnten, wie *Calluna* und *Pinus pumilio*, die sich mischten mit Vertretern der Flora,

die zur selben Zeit den gebirgigen Norden Europas bedeckt hatte, wie *Picea omorikoides*. Ihnen schloſs sich alsbald *Vaccinium oxycoccus* als eine der wenigen arkto-amerikanischen Tertiärpflanzen an, die damals über die vermutete Landbrücke nach Europa zu wandern vermochten. Zuletzt, als sich eine Verbindung mit dem sibirischen Tundrengebiete eröffnet hatte, erschien die Zwergbirke und vielleicht auch jetzt erst *Eriophorum angustifolium*, wenn es nicht schon zugleich mit *Vaccinium oxycoccus* angelangt gewesen sein sollte.

Wir haben damit im groſsen ganzen und mit wenigen Abänderungen nur dieselben Vorgänge erkannt, auf die A. Engler vor 24 Jahren aus der heutigen geographischen Verbreitung der Pflanzen geschlossen hat[1]). Aber es ist von nicht geringem Interesse, bei Lüneburg eine jetzt nur 30 m über dem Spiegel des Meeres liegende Station gefunden zu haben, welche uns diese Vorgänge beim Beginn der Diluvialzeit mit handgreiflicher Deutlichkeit vor Augen führt und uns mitten in sie versetzt[2]).

Wenn wir indessen wahrnehmen, daſs diese Mischung sich, zumal in der Flora Nordeuropas, gegenwärtig nicht in der Weise ausprägt, wie wir bei Lüneburg gefunden haben, so werden wir den Grund dafür wahrscheinlich in den Umständen zu suchen haben, welche mit der Wiederholung der Eiszeiten verknüpft gewesen sind.

---

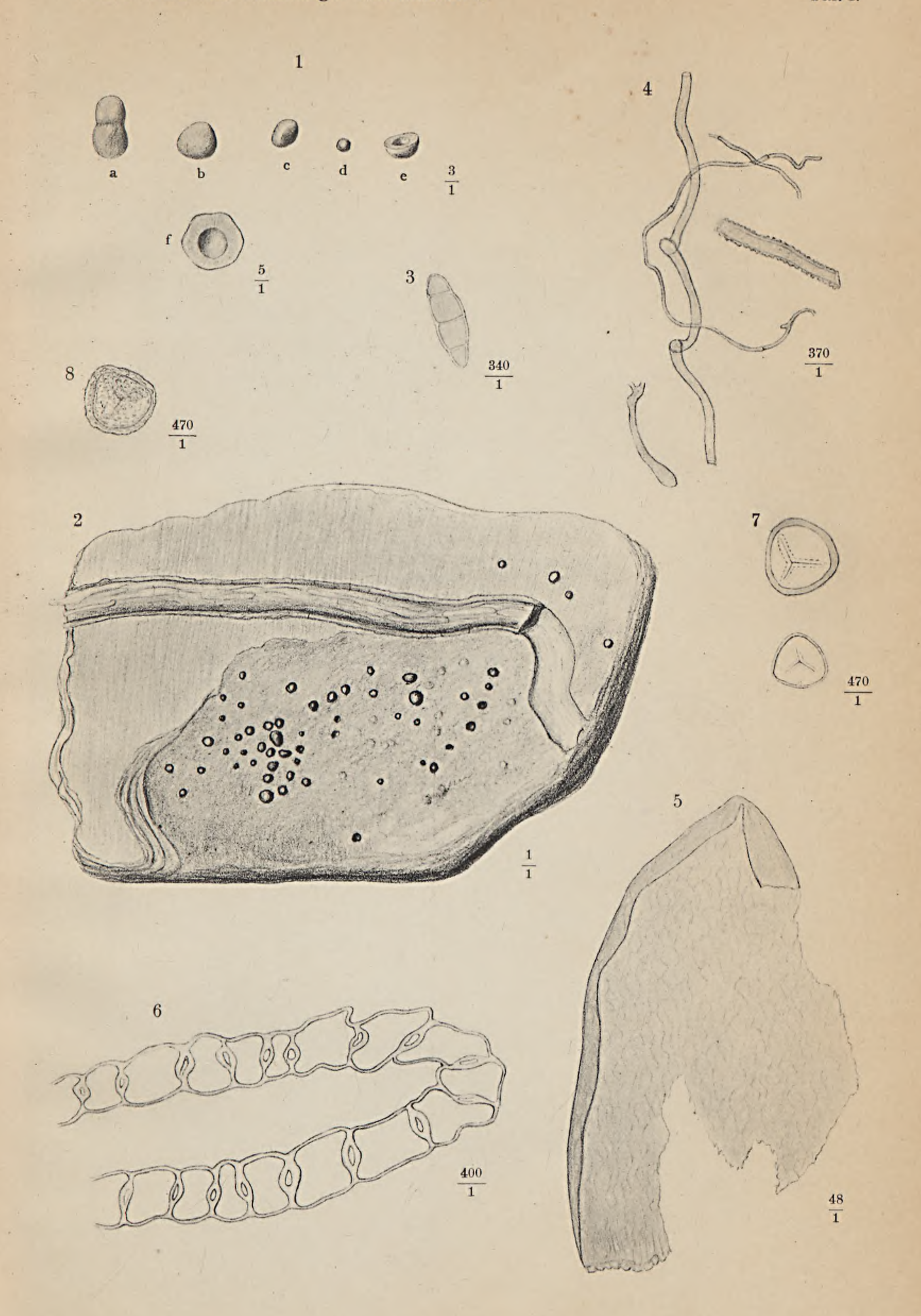
[1]) Versuch einer Entwickelungsgeschichte der Pflanzenwelt, insbesondere der Florengebiete seit der Tertiärperiode. Leipzig 1879, I. Teil, Kap. 14.

[2]) Es ist zu bedauern, daſs noch kein brauchbarer Versuch vorliegt, das Alter der (auf S. 50 erwähnten) von P. Fliche und M. Staub beschriebenen Fundstätten einer höchst interessanten arktisch-alpinen Flora näher zu bestimmen. Sollten sie, wie ich geneigt bin zu vermuten, derselben diluvialen Stufe wie die Lüneburger Fundstätte angehören, so würden sie lehren, daſs mit der Annäherung an die Alpen auch das alpine Element in der Flora mit zunehmender Stärke hervortrat.

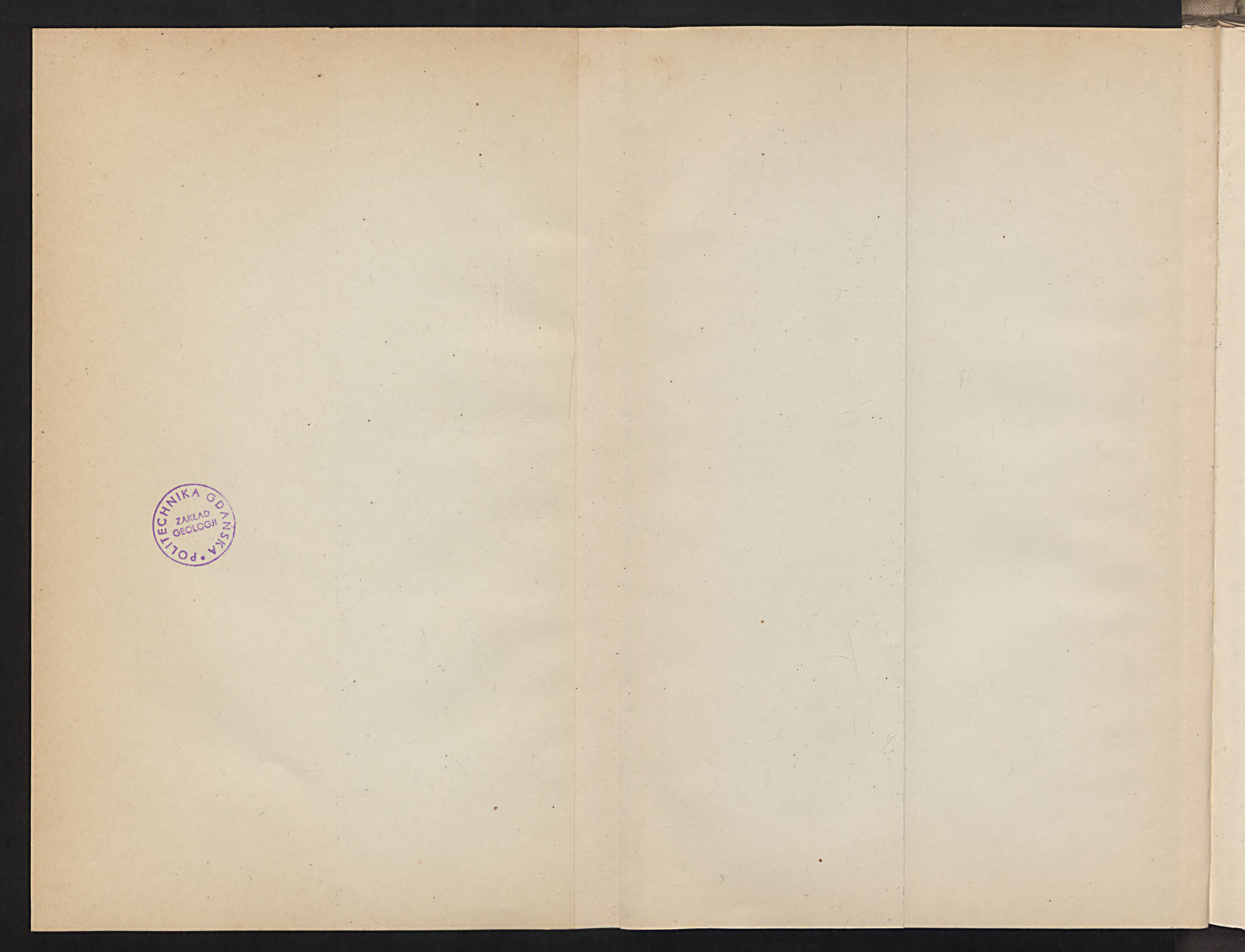
Moor-Versuchs-Station Bremen, den 15. Mai 1903.



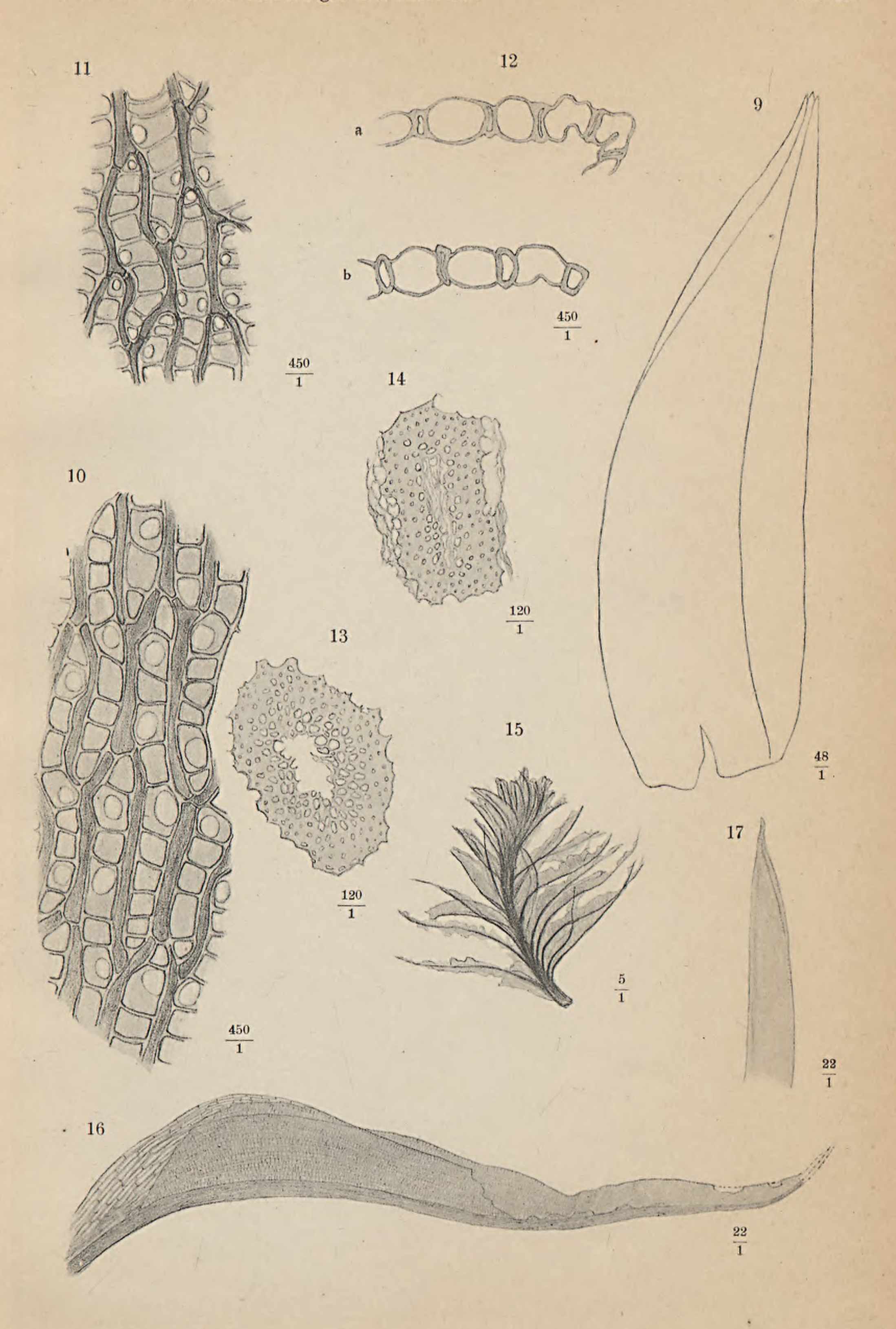
Tafel I.



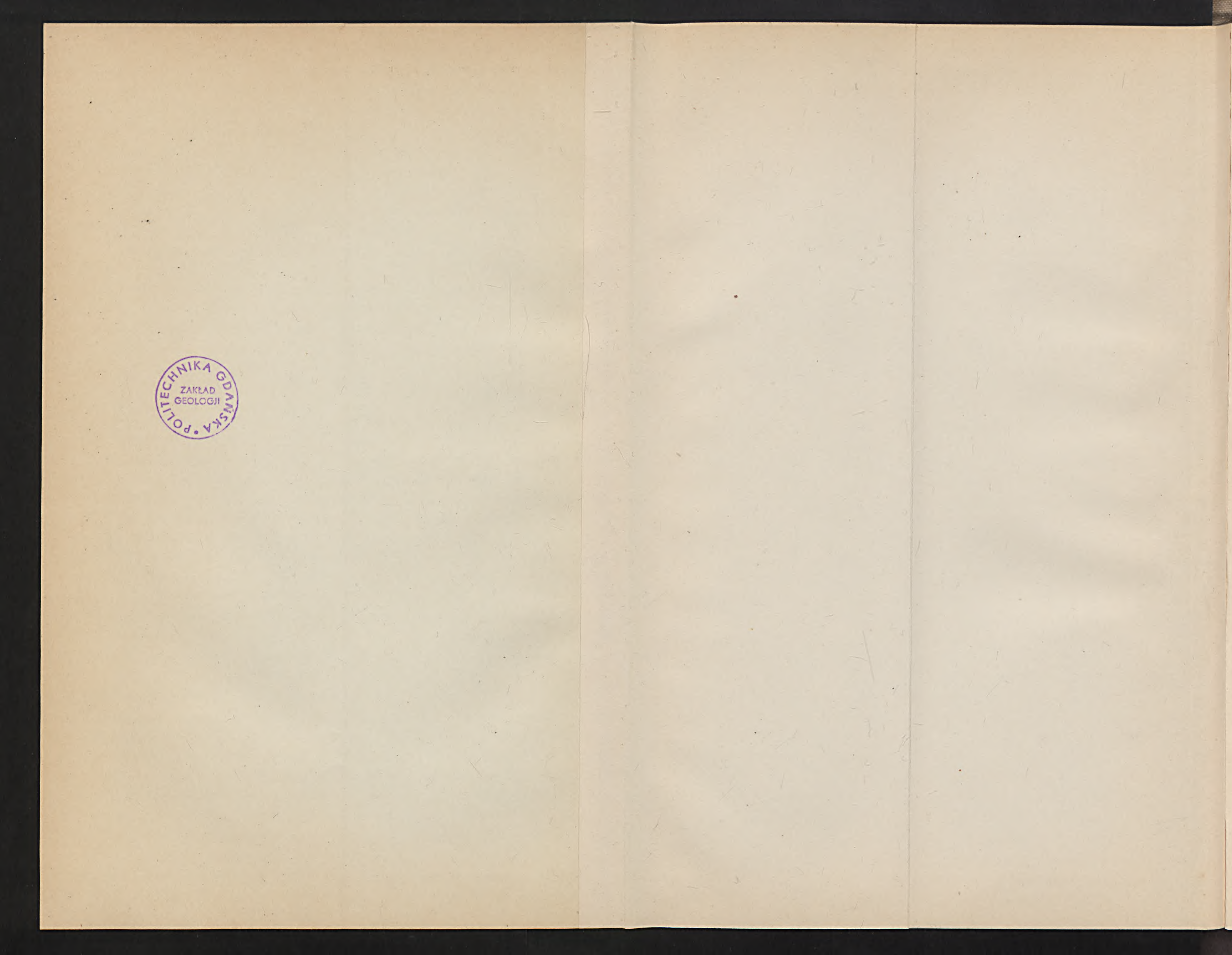
v. C. A. Weber n. d. Nat. gez.



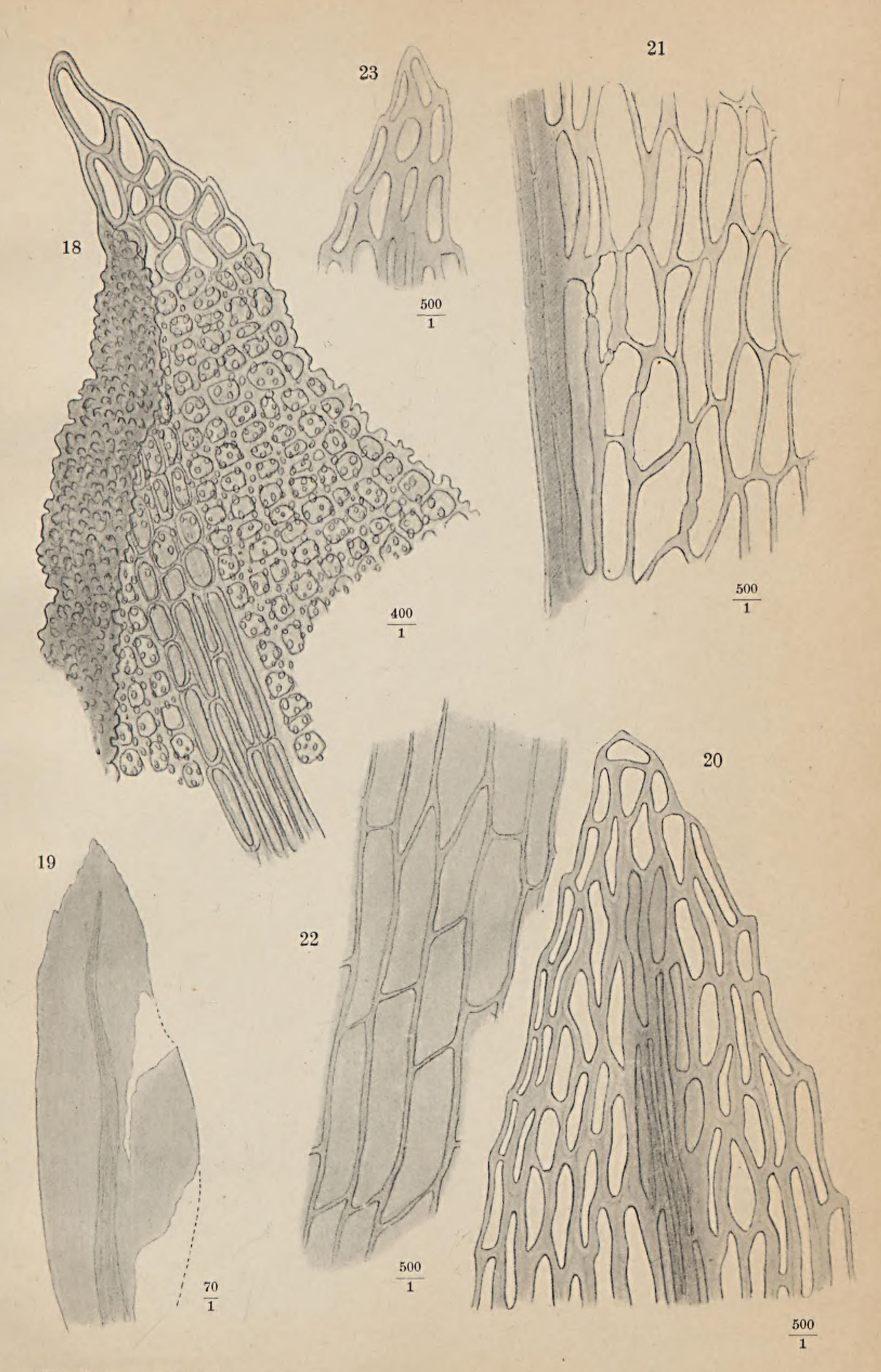
Tafel II.



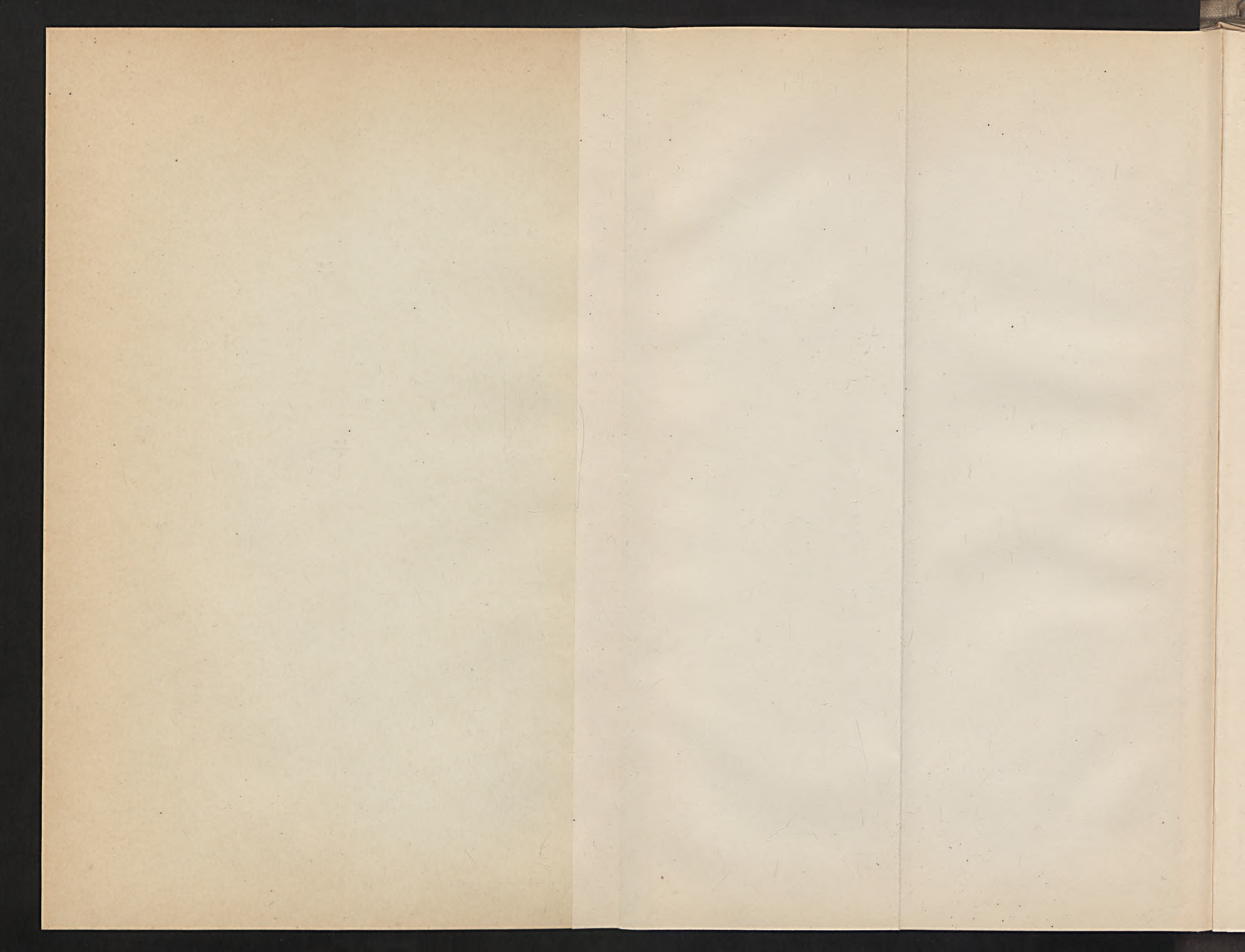
v. C. A. Weber n. d. Nat. gez.



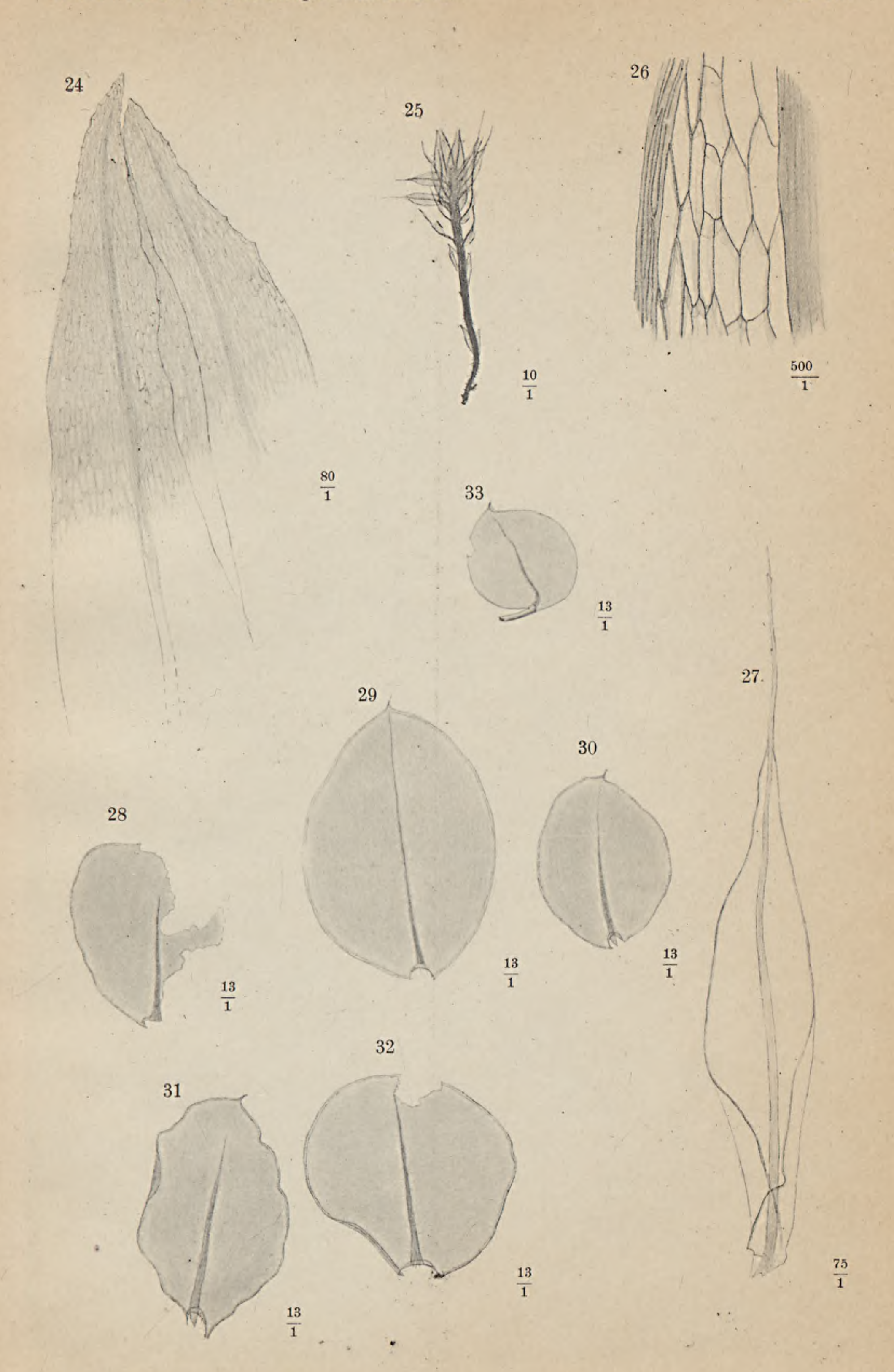
Tafel III.



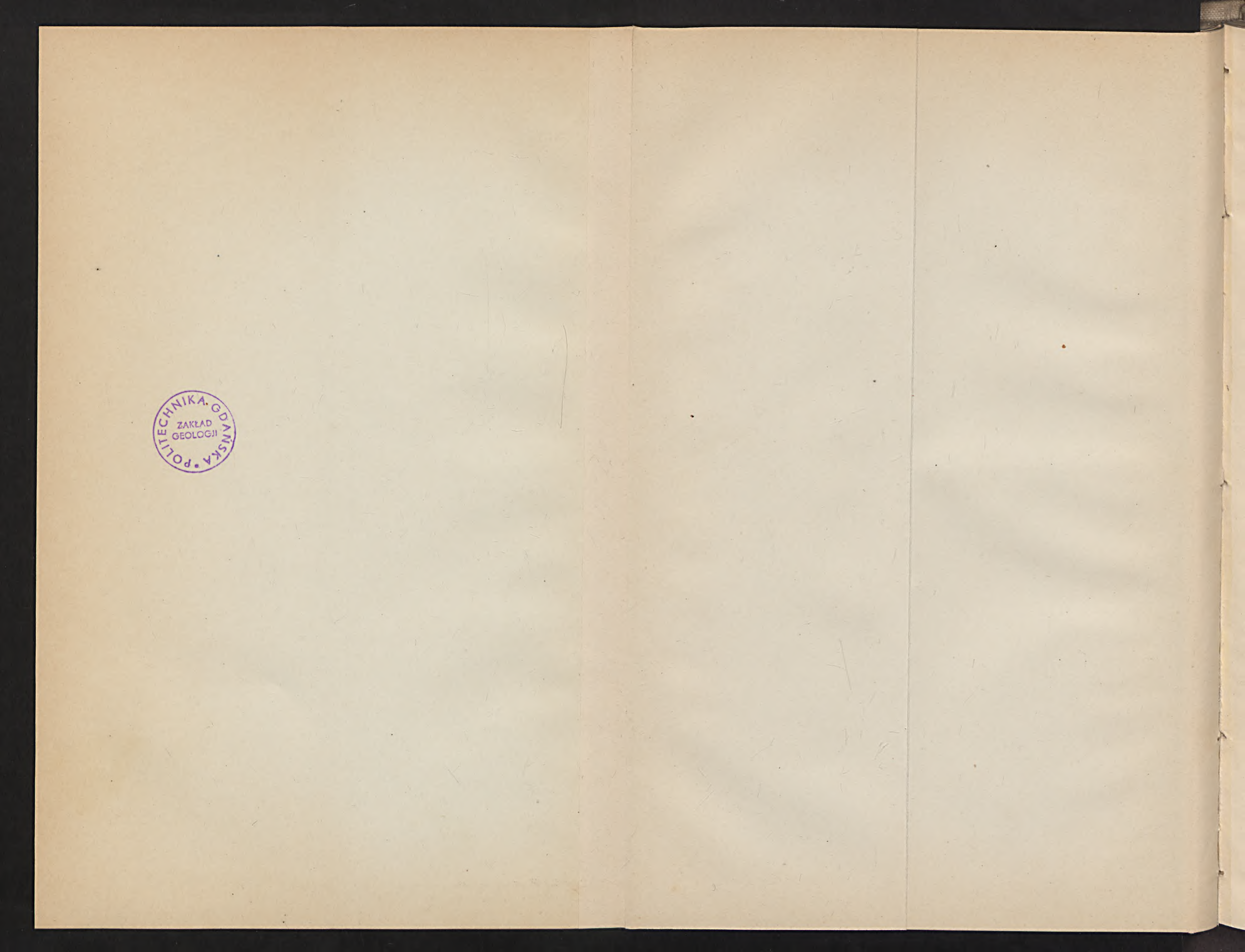
v. C. A. Weber n. d. Nat. gez.



Tafel IV.



v. C. A.Weber n. d. Nat. gez.



Tafel V.

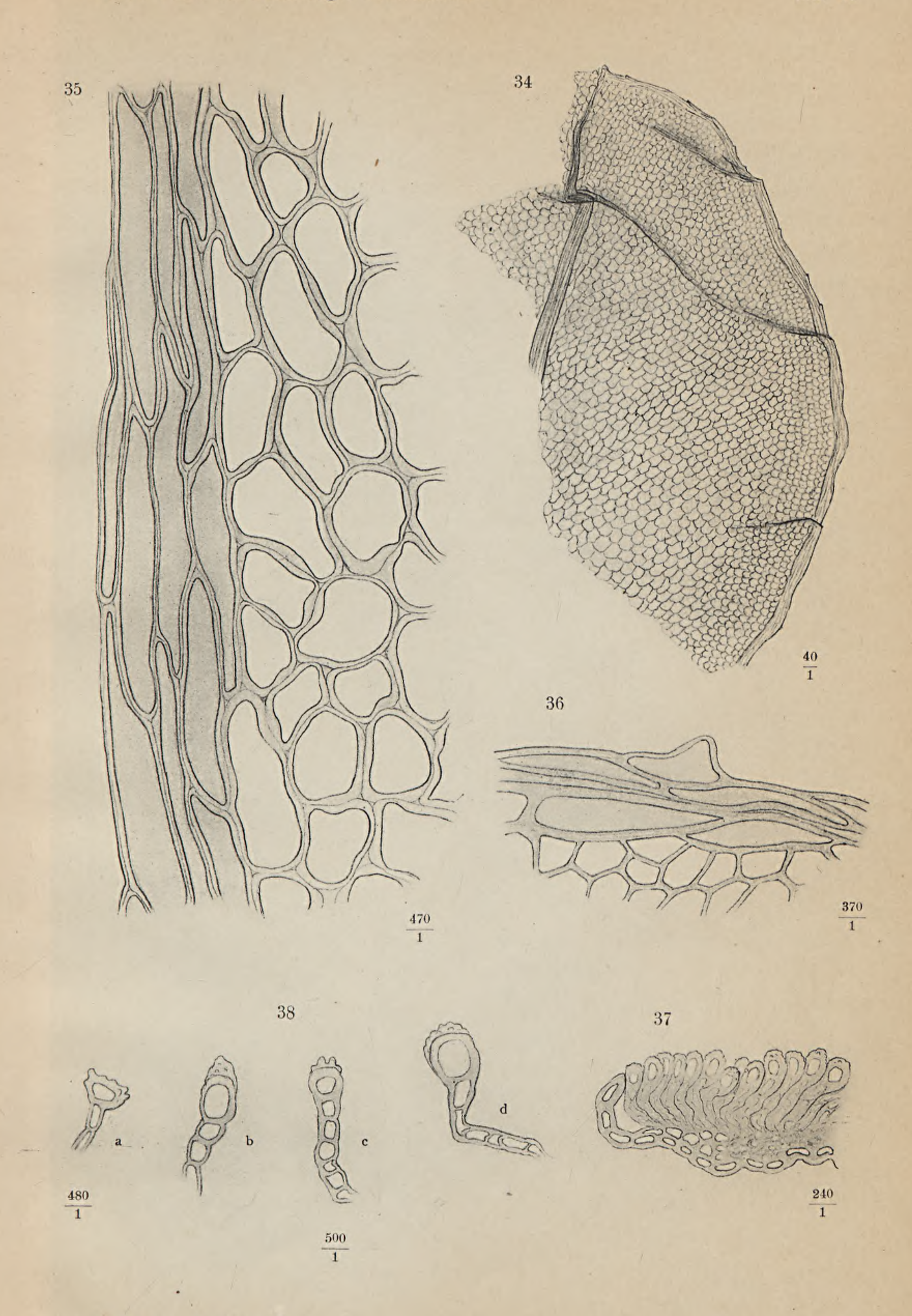
Abb. 34. *Mnium rugicum* LAUR., aus der vierten Schicht. Zellnetz eines Blattes. Vergr. 40 : 1 . . . . S. 38

Abb. 35. Dasselbe. Blattsaum. Vergr. 470 : 1 . . . . S. 39

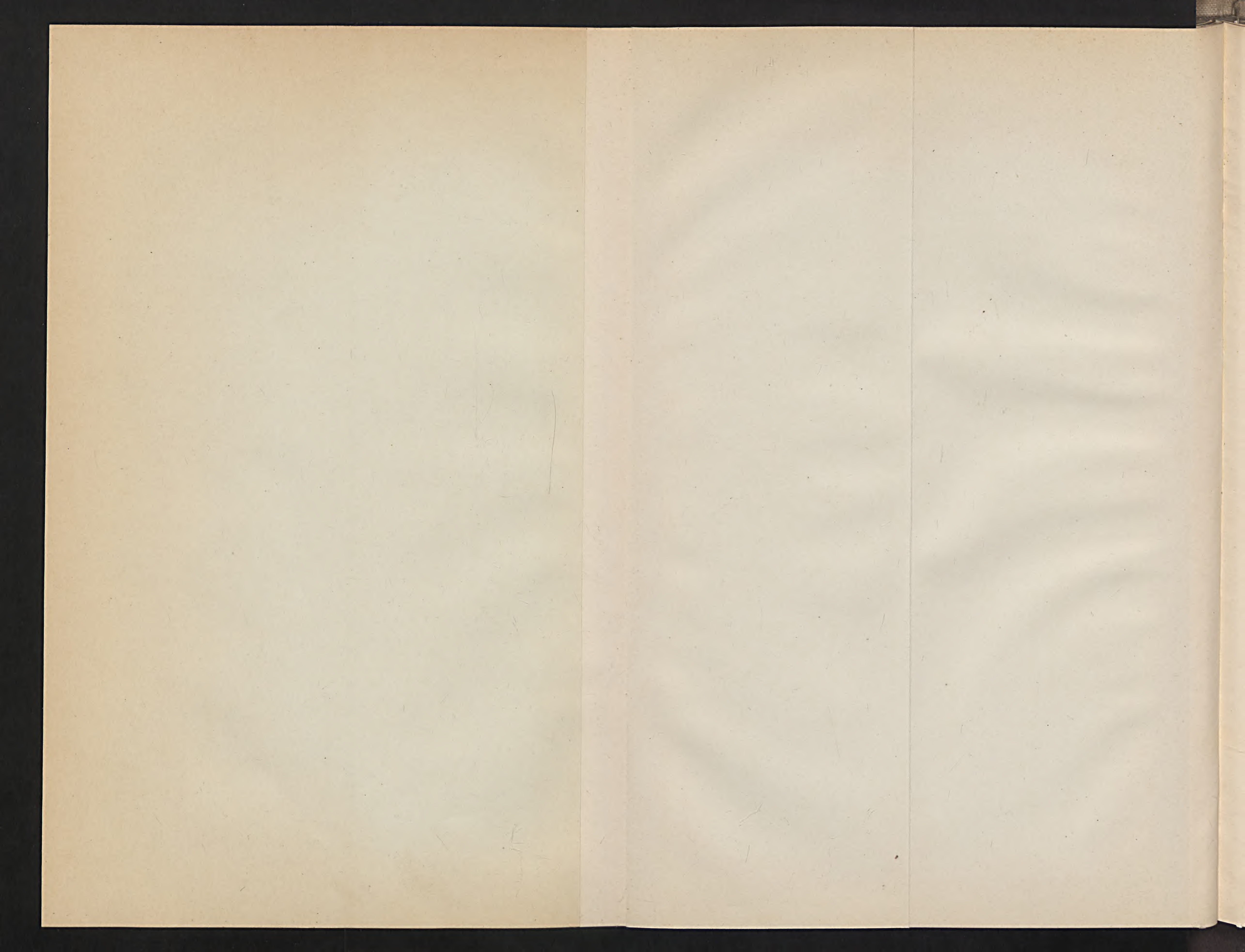
Abb. 36. Dasselbe. Randzahn. Vergr. 370 : 1 . . . . S. 39

Abb. 37. *Pogonatum urnigerum* BRID. Polytrichum-Sphagnumtorf. Querschnitt durch den mittlern Teil eines Blattes. Vergr. 240 : 1 . . . . . . S. 40

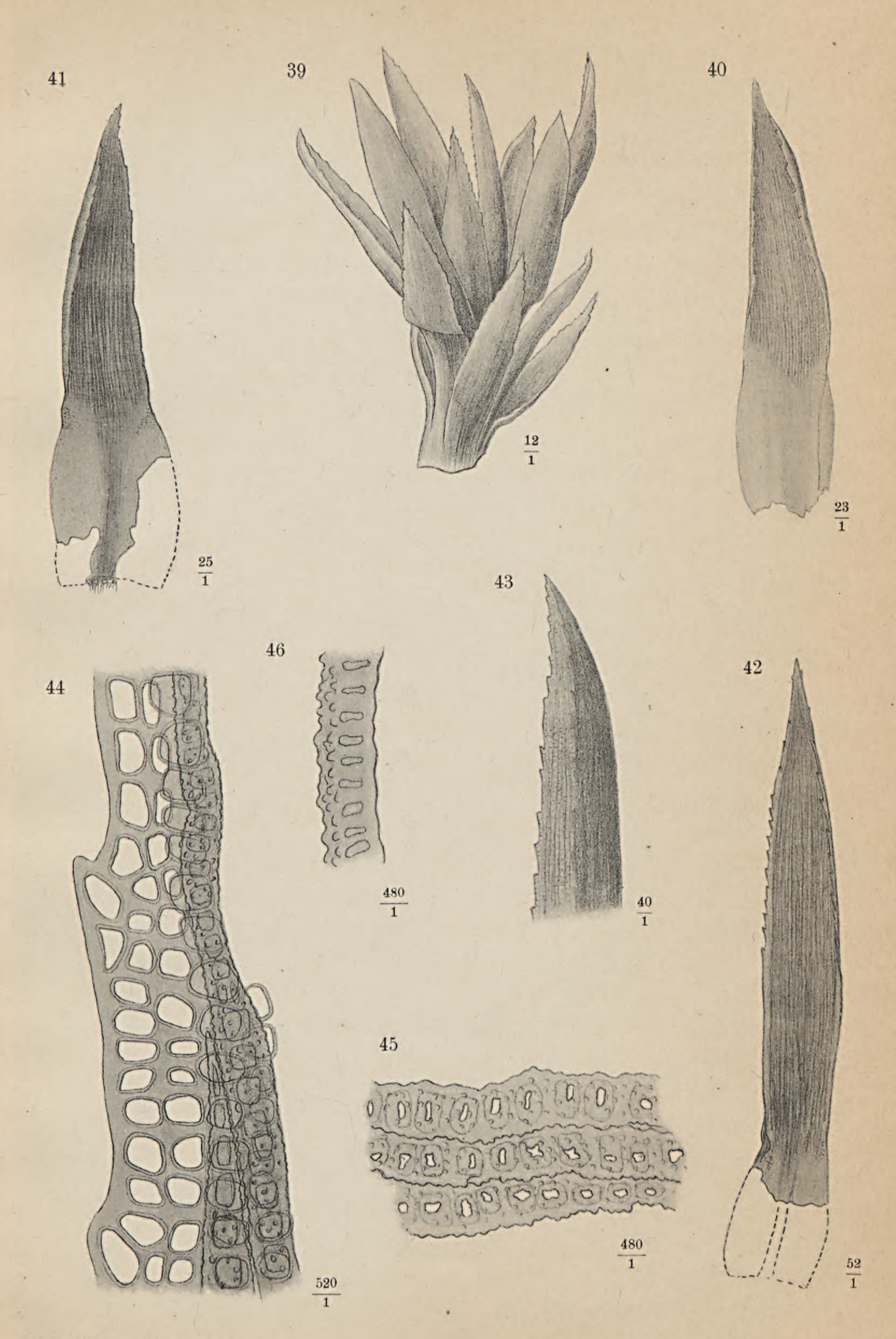
Abb. 38. Dasselbe. Querschnitte durch die Blattlamellen Vergr. a 480 : 1 und b— d500 : 1 . . . . . S. 40



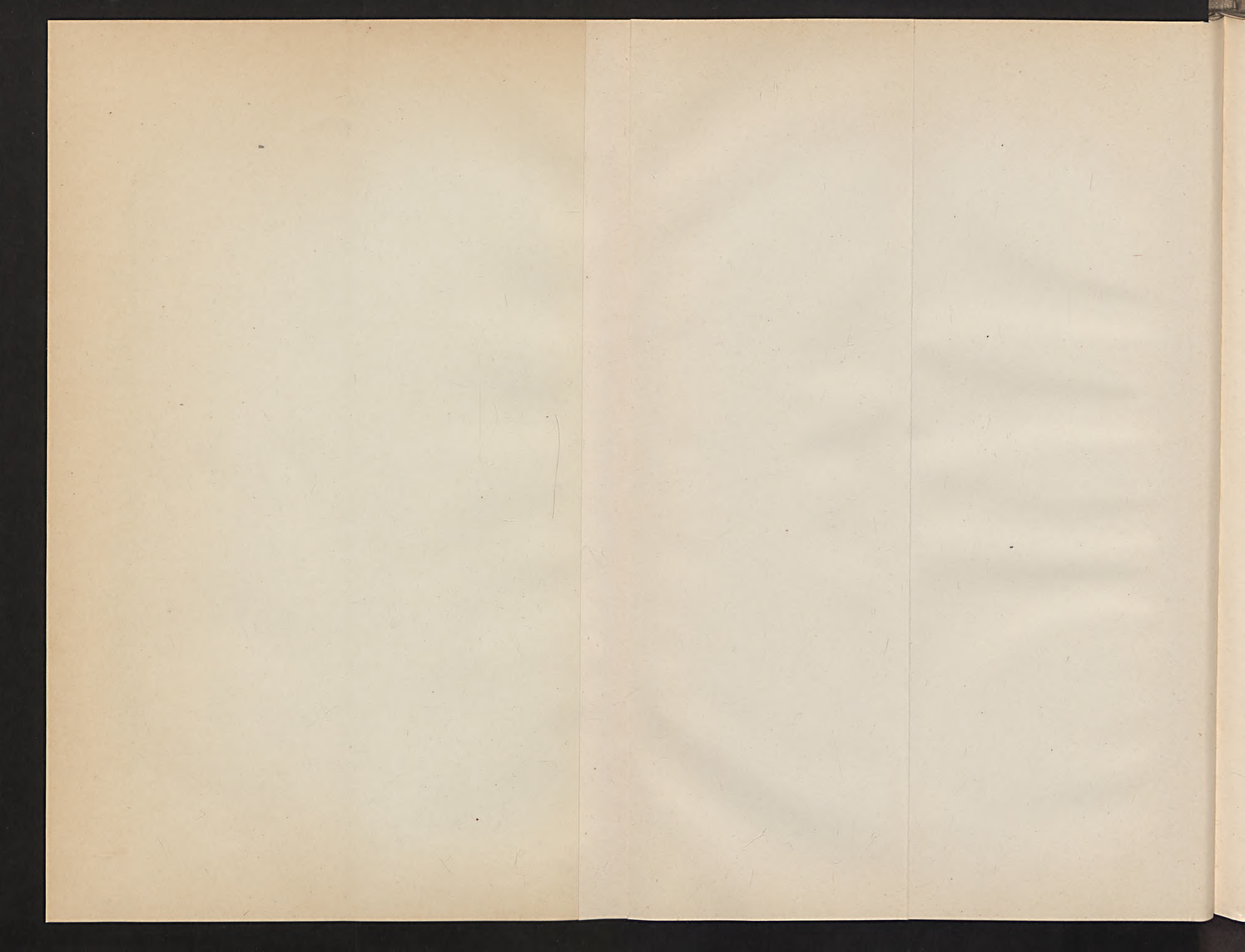
v. C. A. Weber n. d. Nat. gez.



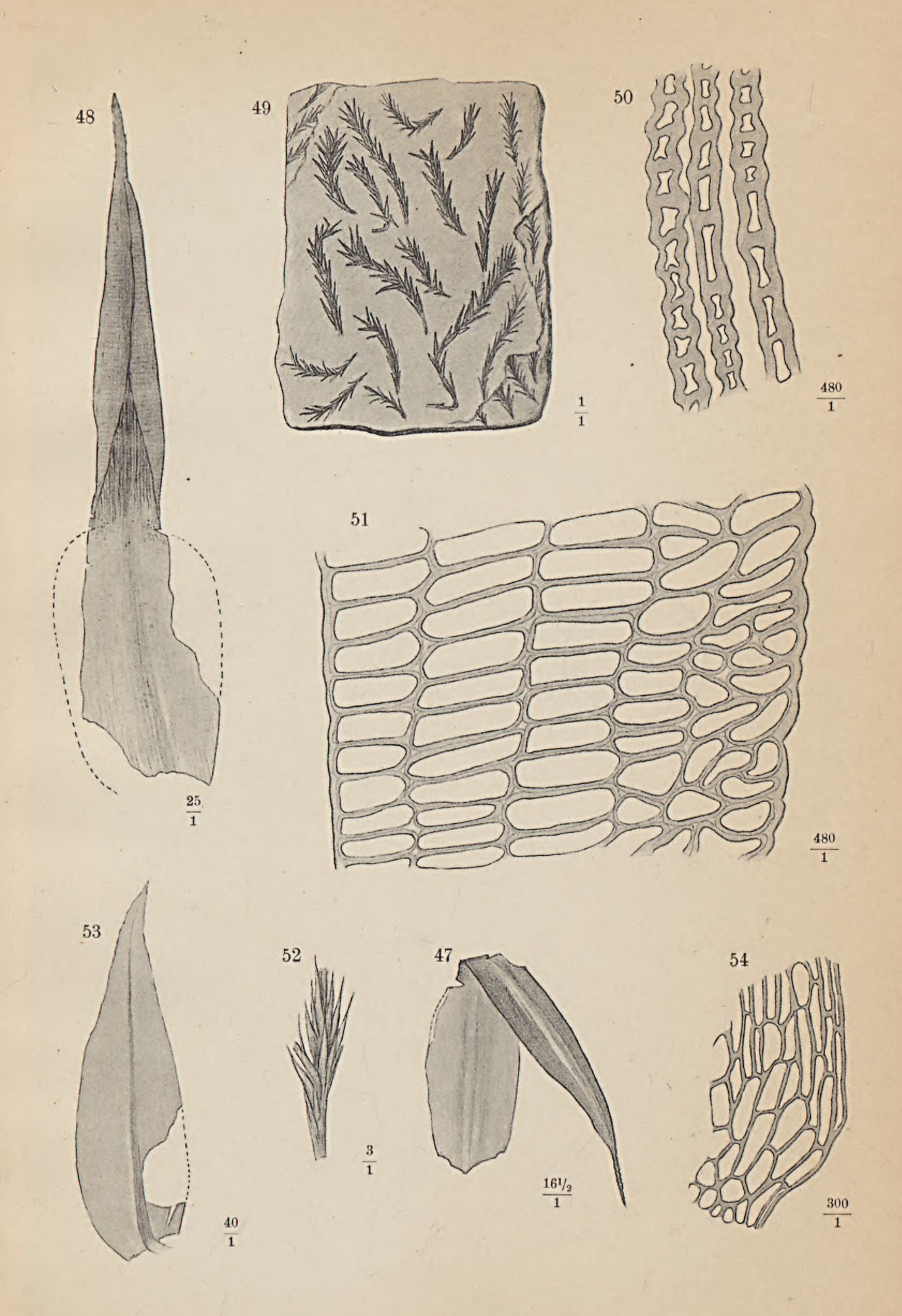
Tafel VI.



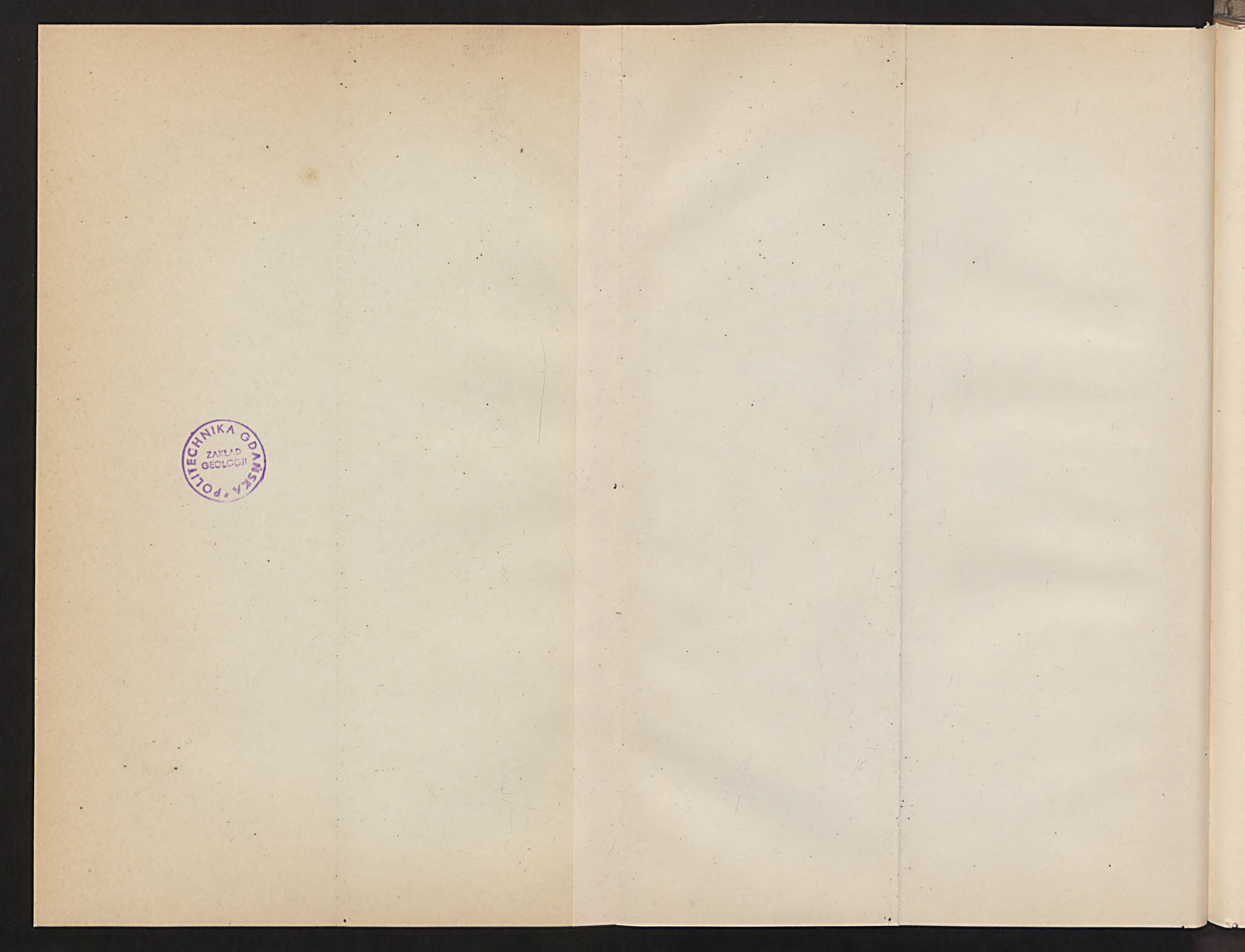
v. C. A. Weber n. d. Nat. gez.



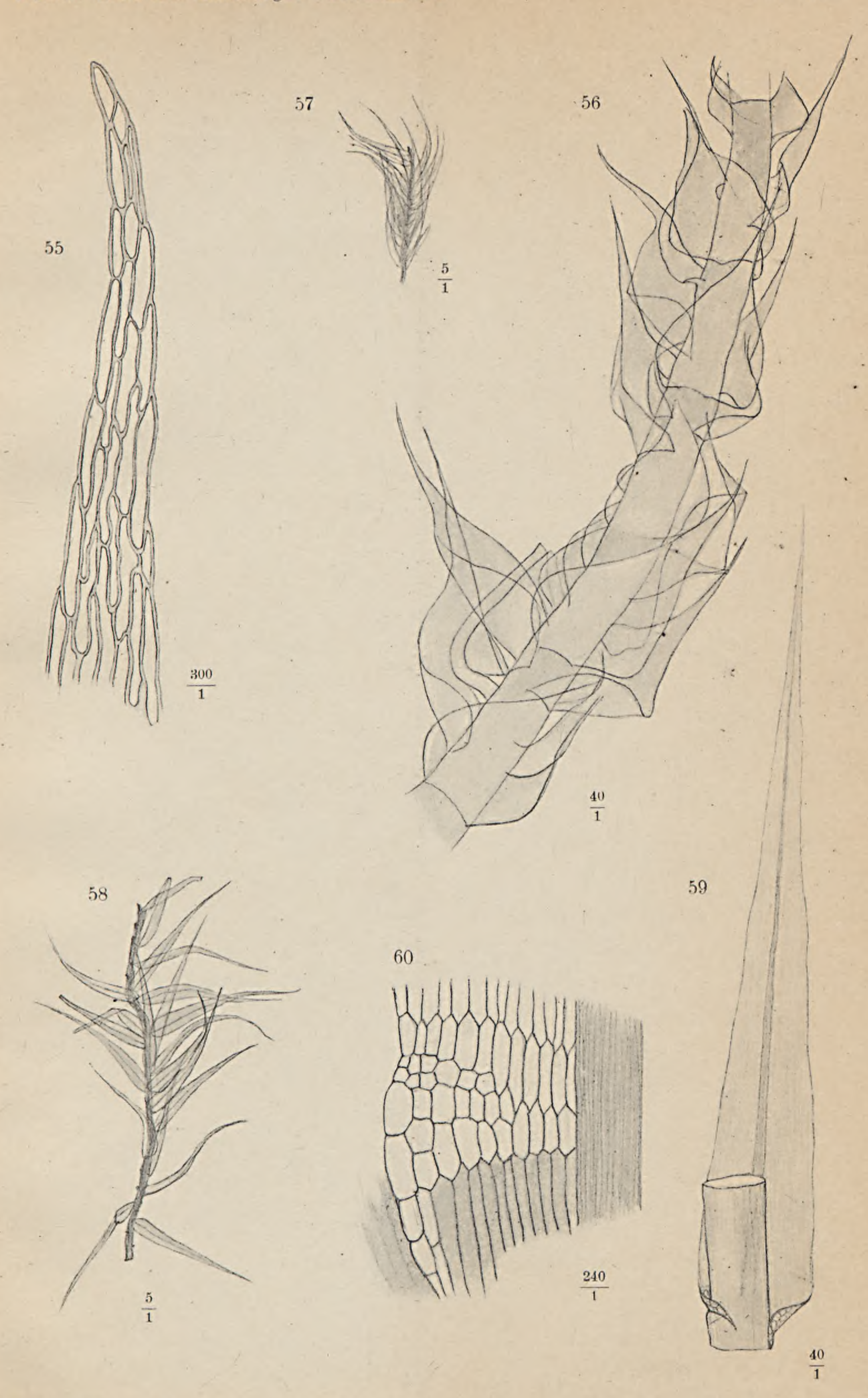
Tafel VII.



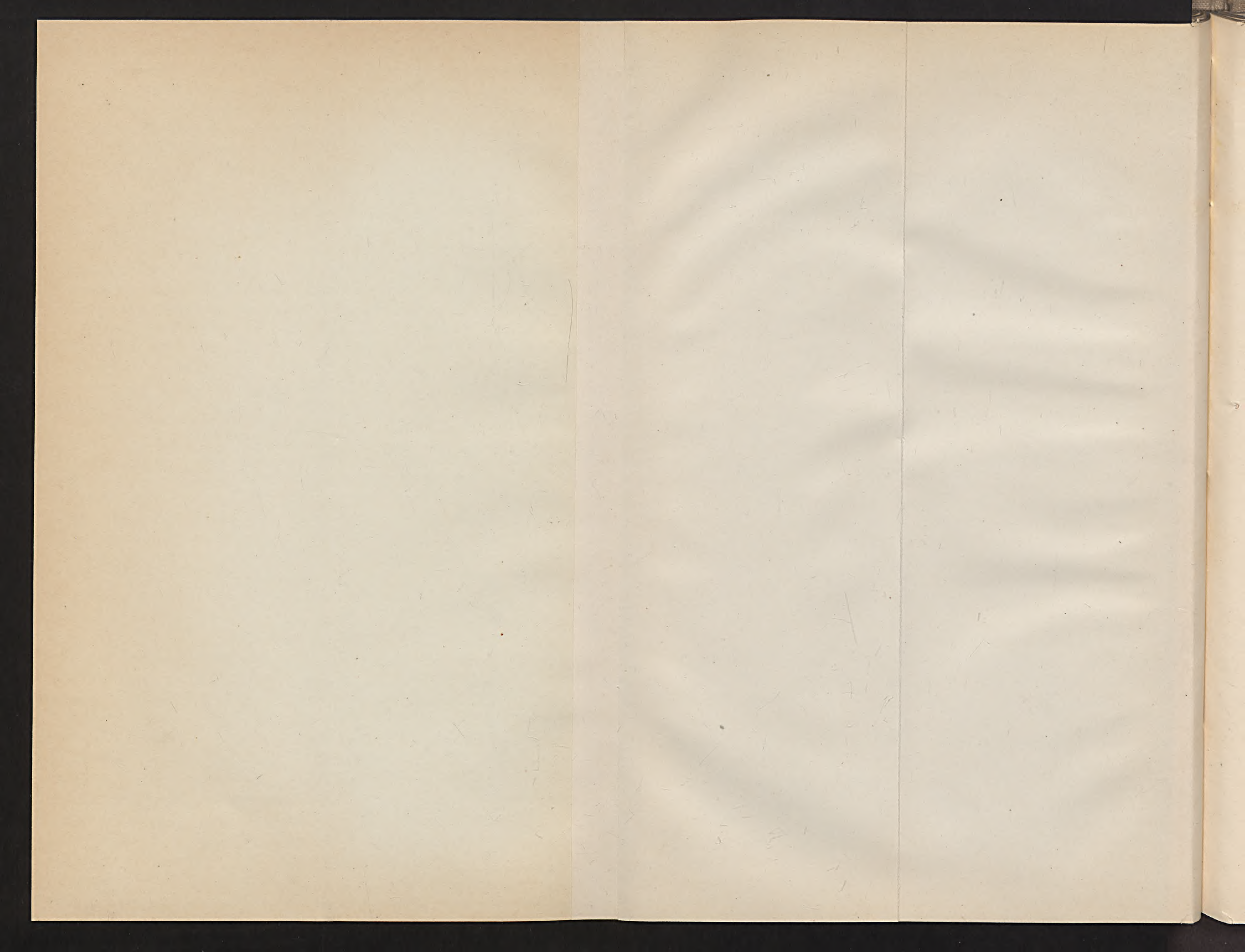
v. C. A. Weber n. d. Nat. gez.



Tafel VIII.



v. C. A. Weber n. d. Nat. gez.



Tafel IX.

Abb. 61. *Hypnum giganteum* Schimp., aus der vierten Schicht. Stück eines kleinen, gröſstenteils entblätterten Zweiges. Vergr. 40 : 1 . . . . . S. 44

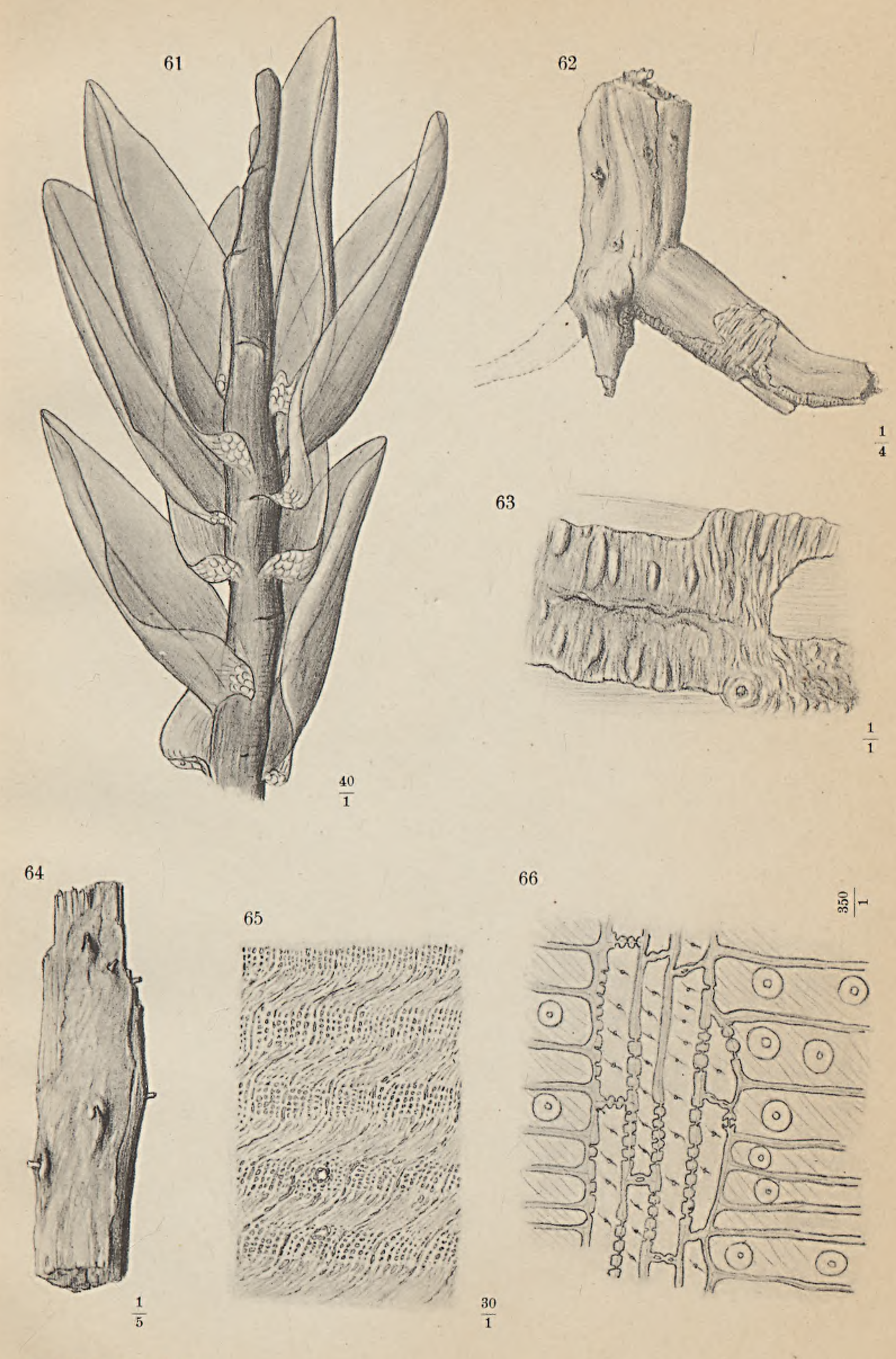
Abb. 62. *Picea omorikoides* Web. Ein 150jähriger Stammstumpf aus dem Polytrichum-Sphagnumtorf. Vergr. 1 : 4 . . . . S. 46

Abb. 63. Ein Stück der Wurzelborke desselben Stumpfes. Natürl. Gr. . . . . S. 46

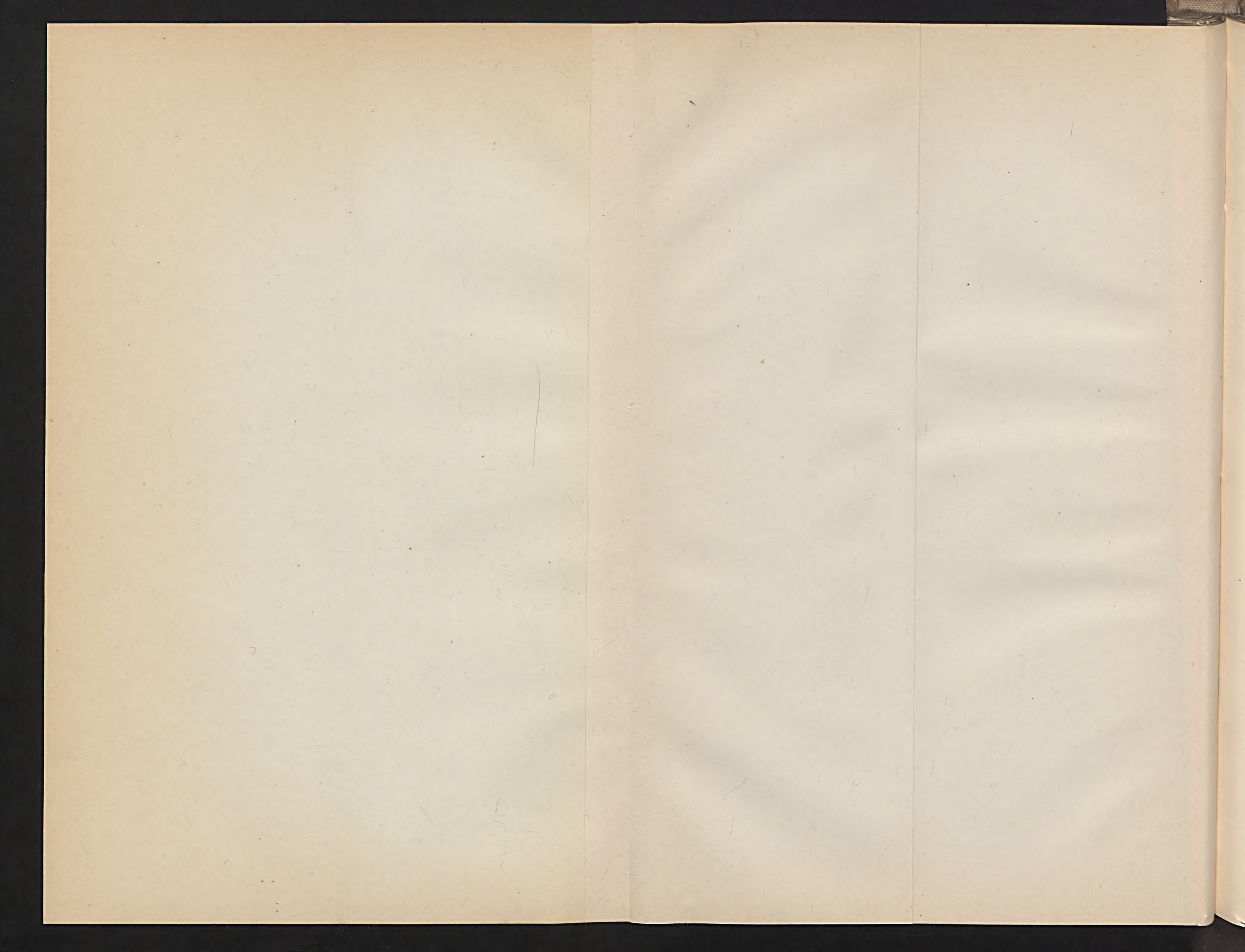
Abb. 64. *Picea omorikoides*, Stück eines 110jährigen Stammes aus dem Polytrichum-Sphagnumtorf. Vergr. 1 : 5 . . . . S. 46

Abb. 65. Querschnitt aus demselben Stamm. Vergr. 30 : 1 S. 46

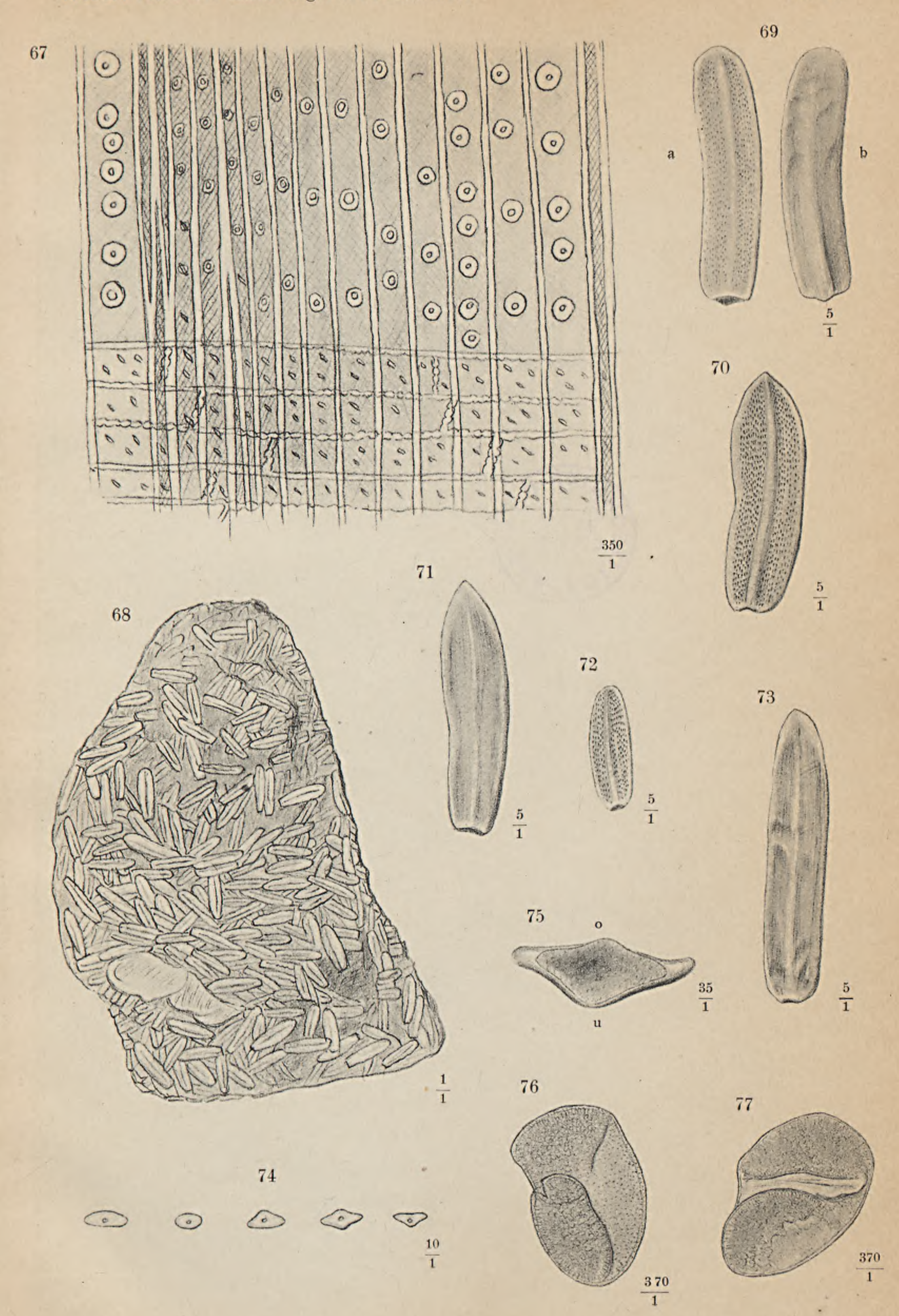
Abb. 66. *Picea omorikoides*, aus dem Waldtorf. Radialer Längsschnitt durch einen kleinen Markstrahl. Vergr. 350 : 1 . . . . S. 46



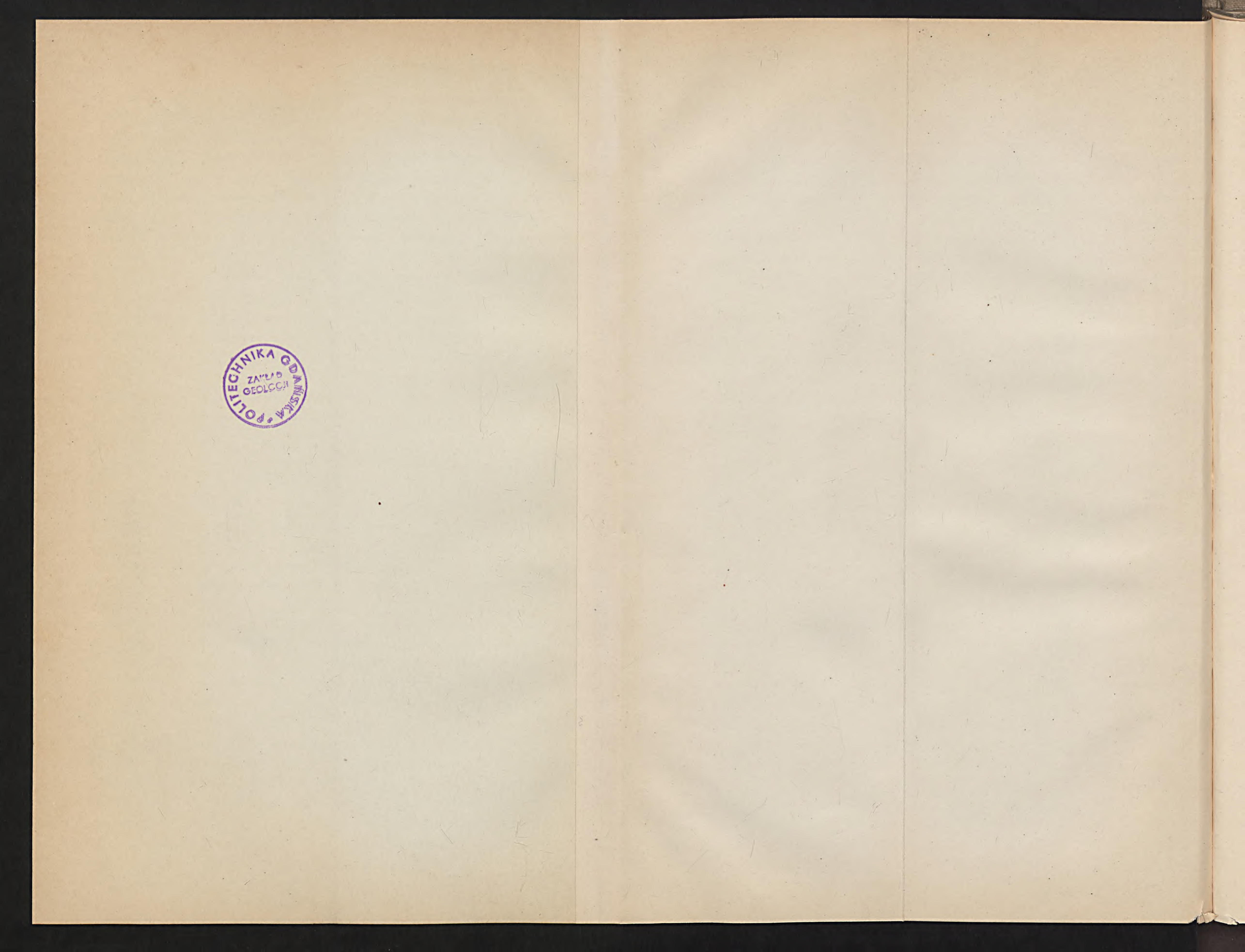
v. C. A. Weber n. d. Nat. gez.



Tafel X.



v. C. A. Weber n. d. Nat. gez.



Tafel XI.

Abb. 78. Eine unterirdische Wohnung. Zapfen aus dem [illegible] ... Der Grund frei. Nat. Gr. ... S. 9

Abb. 79. Ein Teil der Schuppen aus der Mitte dieses Zapfens abgelöst vergrößert ... S. 11

Abb. [illegible]. Unterer Teil eines Zapfens, mit dem Stiele versehen. Aus dem Walde. Nat. Gr. ... S. 10

Abb. 81. Derselbe Zapfen vergrößert ... S. [illegible]

Abb. 82. Junger Zapfen. Zapfen aus der [illegible] Lage. Aus Walde. Der Grund frei. Nat. Gr. ... S. [illegible]

Abb. 83. Stück vom Zapfen, an dem Entwicklung [illegible]. Vergr. 4 : 1

Abb. 84. Längsschnitt durch die Mitte desselben Zapfens; a Samenanlage. Die Epidermis [illegible]. Vergr. 60 : 1 ... S. [illegible]

Abb. 85. Längsschnitt durch die Spitze und deren Umgebung. [illegible]. Vergr. [illegible]

Abb. 86. [illegible] durch die [illegible]. Vergr. 400 : 1 ... S. 14

Abb. 87. Querschnitt durch den Zusammenhang der Zellen [illegible]. Vergr. 450 : 1 — a Zellen, pl Pollen, b Schuh ... c Zellkerne ... [illegible] Entwicklung ... S. 20

Abb. 88. Pollenkörner der Fruchtblätter. [illegible] der Pollenschläuche und der [illegible]. Vergr. 375 : 1 ... S. 9–14

Tafel XI.

Abb. 78. *Picea omorikoides* Web. Zapfen aus dem Waldtorf. Der Grund fehlt. Nat. Gr. . . . . . S. 45

Abb. 79. Ein Teil der Schuppen aus der Mitte dieses Zapfens $3^1/_2$mal vergrösſert . . . . S. 45

Abb. 80. Unterer Teil eines Zapfens, mit dem Stiele versehen. Aus dem Waldtorfe. Nat. Gr. . . . S. 45

Abb. 81. Derselbe $2^2/_7$mal vergröſsert . . . . S. 45

Abb. 82. *Pinus pumilio* Willk. Zapfen aus der Oberkante des Waldtorfs. Der Grundteil fehlt Nat. Gr. . . . . S. 49

Abb 83. Nadel von *Pinus pumilio*, aus dem Polytrichum-Sphagnumtorf. Vergr. 2 : 1 . . . . S. 48

Abb. 84. Querschnitt durch die Mitte derselben Nadel. o Oberseite, u Unterseite. Die Epidermis z. T. losgerissen. Vergr. 45 : 1 . . . . S. 48

Abb. 85. Querschnitt durch die Epidermis und einen Harzgang derselben Nadel. Vergr. 400 : 1 . . S. 48

Abb. 86. Querschnitt durch die Epidermis einer andern Nadel. Vergr. 400 : 1 . . . . S. 48

Abb. 87. Querschnitt durch den Zentralstrang der Nadel Fig. 83. Vergr. 450 : 1. — x Xylem, ph Phloem, e Scheide des Zentralstrangs, b sklerotische Zellen, p dünnwandiges Parenchym zwischen den beiden Gefäſsbündeln. Die punktierte Linie deutet die der Blattunterseite zugewendete Grenze des Zentralstrangs an . . . . S. 48

Abb. 88—91. Pollenkörner der Bergföhre aus verschiedenen Teilen des Torfflözes und der vierten Schicht. Vergr. 370 : 1 . . . . S. 8—19



v. C. A. Weber n. d. Nat. gez.

Tafel XII.

Abb. 92. *Pinus* cf. *montana* Willk., aus dem Waldtorf. Querschnitt durch das Holz einer Wurzel, mit einem kleinen Harzgang. Vergr. 320 : 1 . . S. 49

Abb. 93. Tangentialschnitt durch dasselbe Holz. Vergr. 140 : 1 . . . . S. 49

Abb. 94. *Carex* sect. *Vignea* Beauv. und Reichenb., aus der Verwitterungsrinde des Sphagnumtorfs. Vergr. 10 : 1 . . . . S. 52

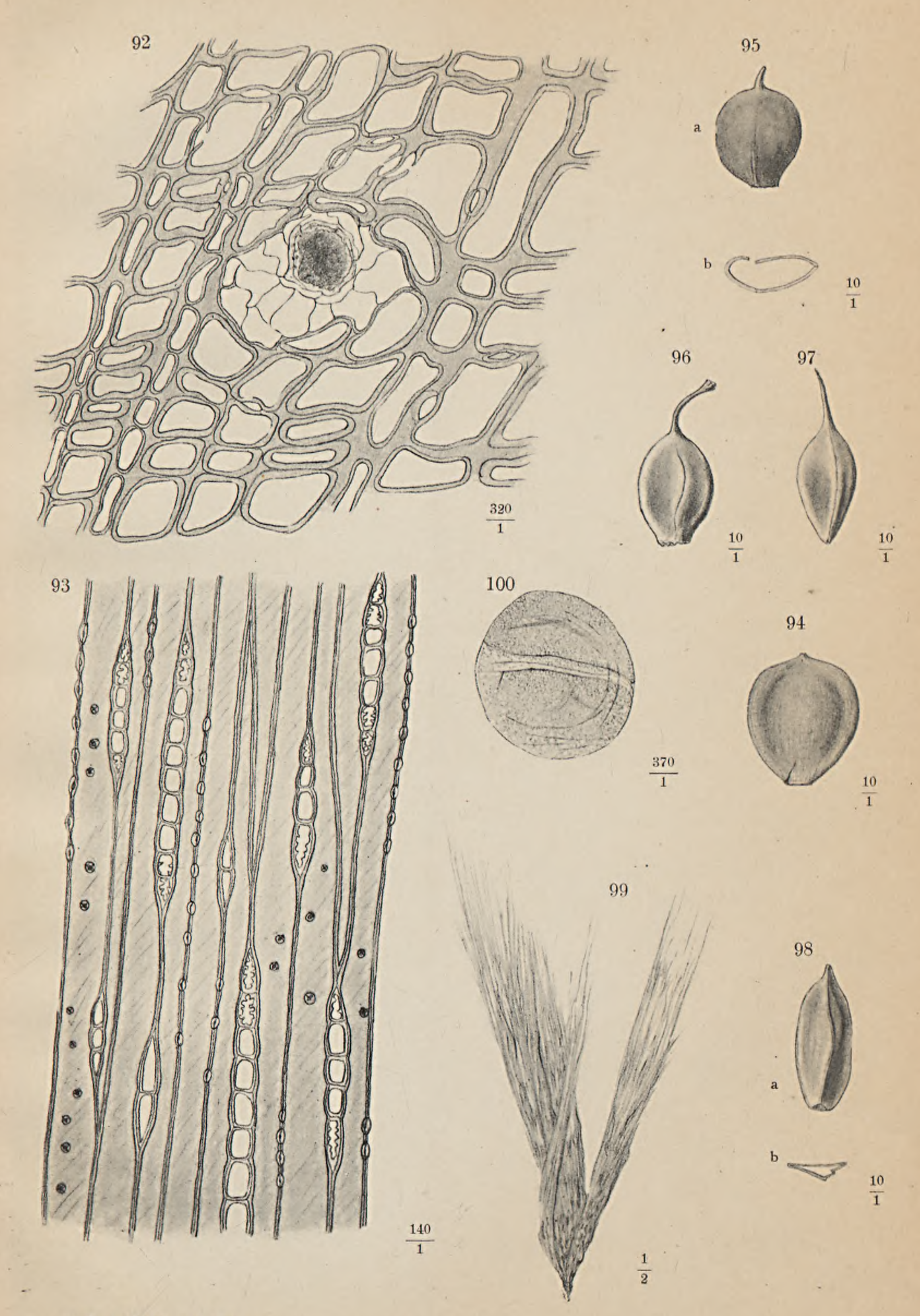
Abb. 95. *Carex* cf. *panicea* L., aus der vierten Schicht. Vergr. 10 : 1 . . . . S. 52

Abb. 96 und 97. *Carex* sect. *Carex* Beauv. und Reichenb., aus der vierten Schicht. Vergr. 10 : 1 . . . S. 53

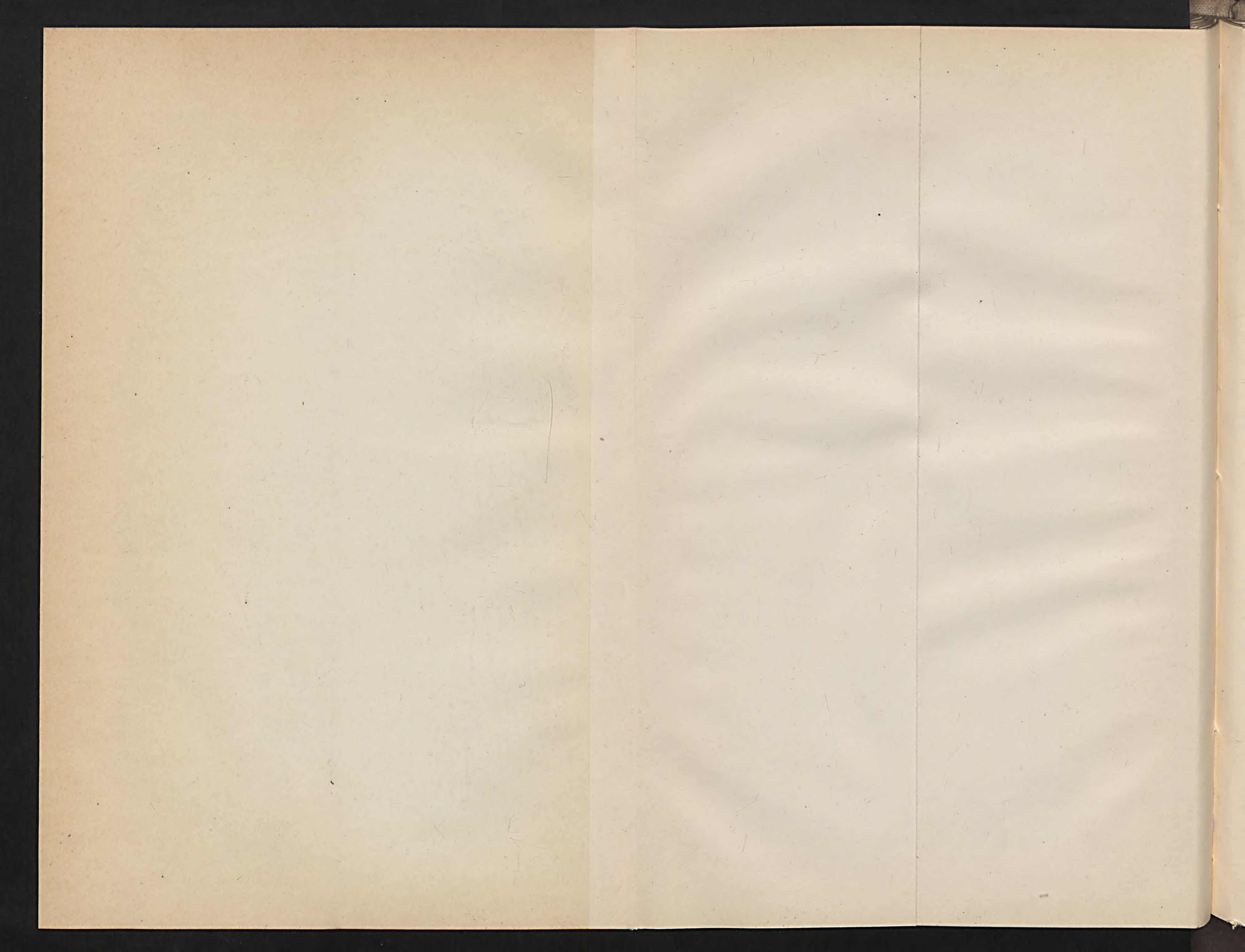
Abb. 98. *Eriophorum angustifolium* Roth, aus der vierten Schicht. a Rückenansicht, b Querschnitt. Vergr. 10 : 1 . . . . S. 55

Abb. 99. *Eriophorum vaginatum* L. Faserschopf. Aus dem Sphagnumtorf. Vergr. 1 : 2 . . . . . S. 53

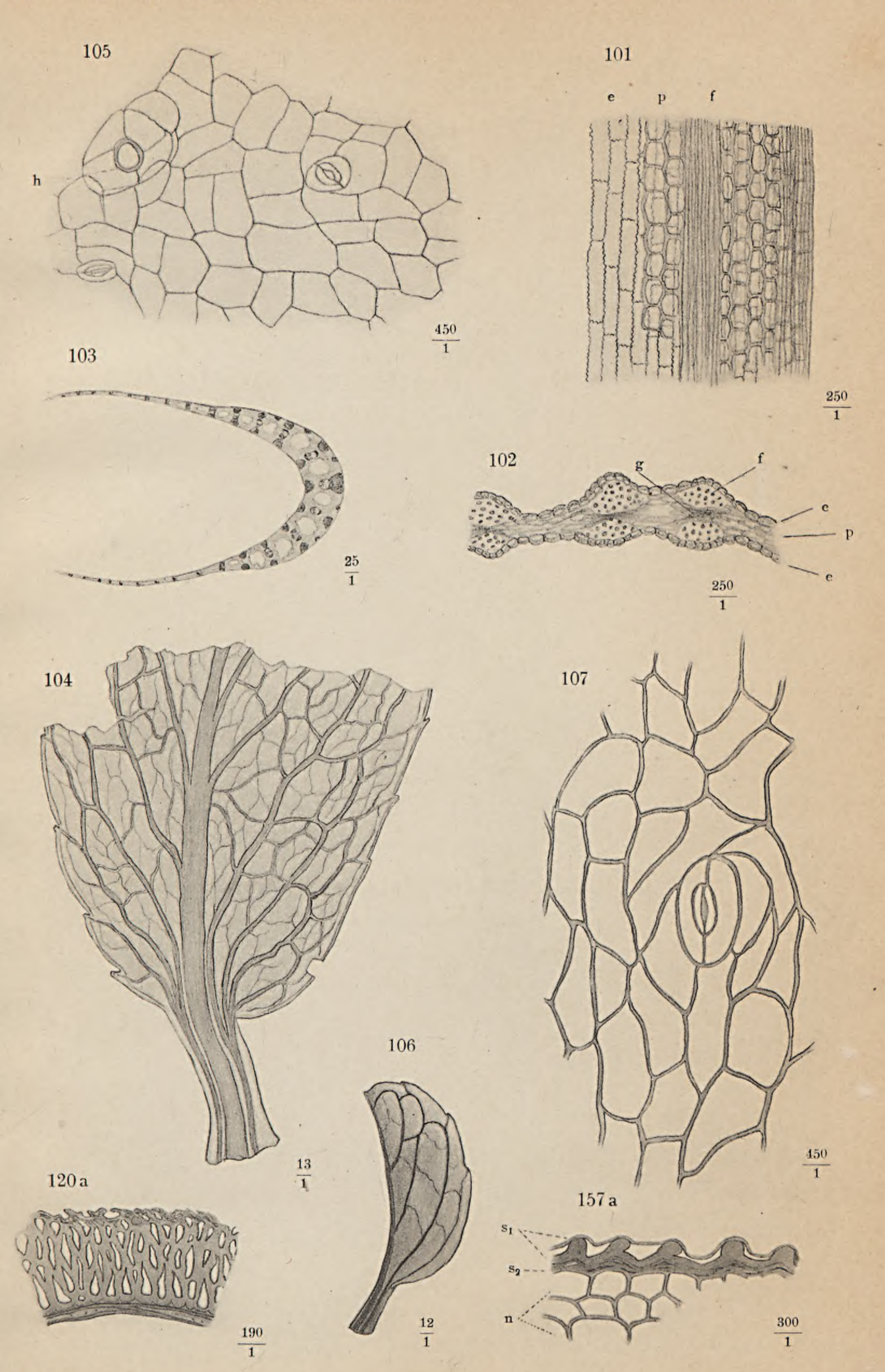
Abb. 100. *Picea omorikoides* Web. Pollenkorn aus dem Waldtorf. Vergr. 370 : 1 . . . . S. 46



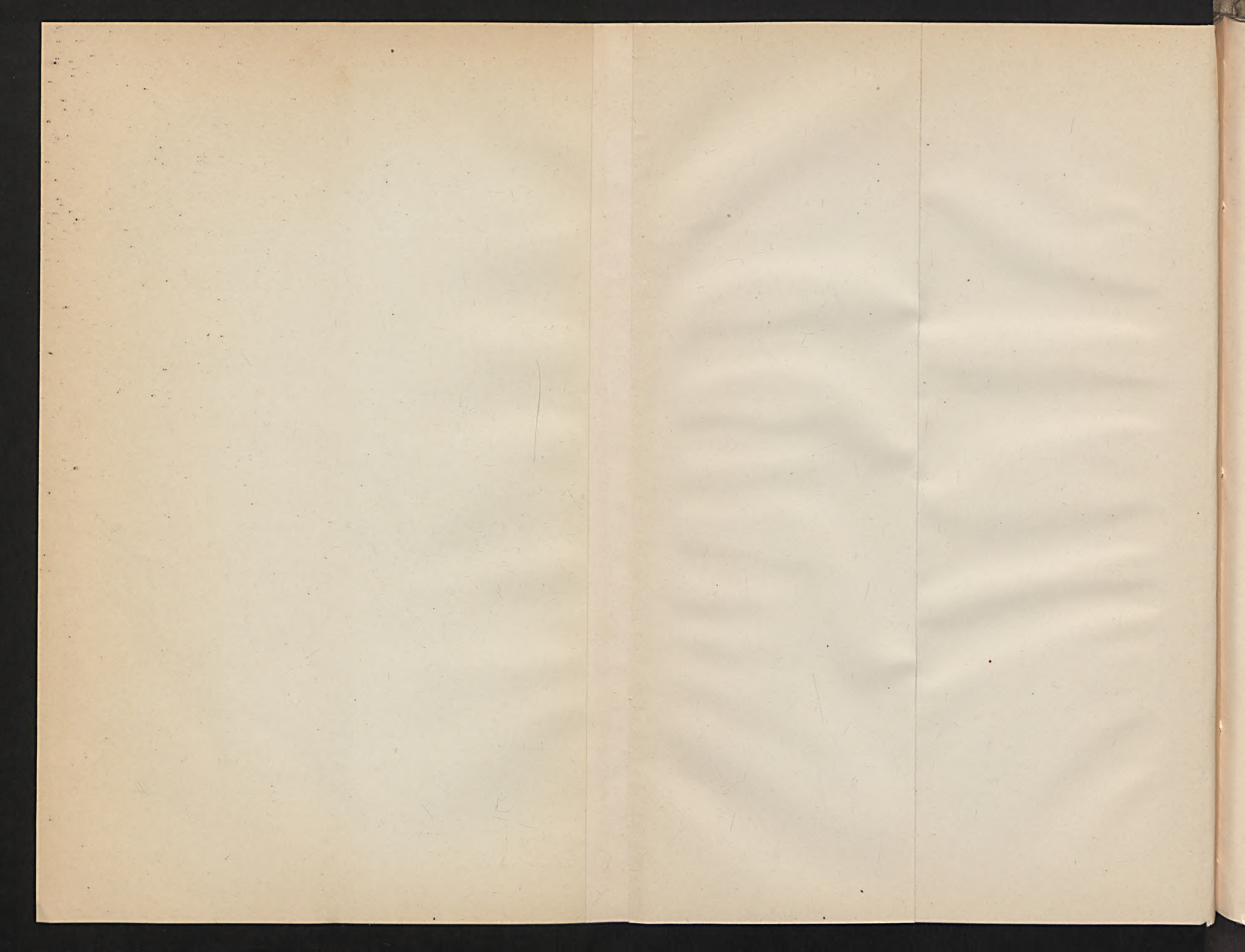
v. C. A. Weber n. d. Nat. gez.



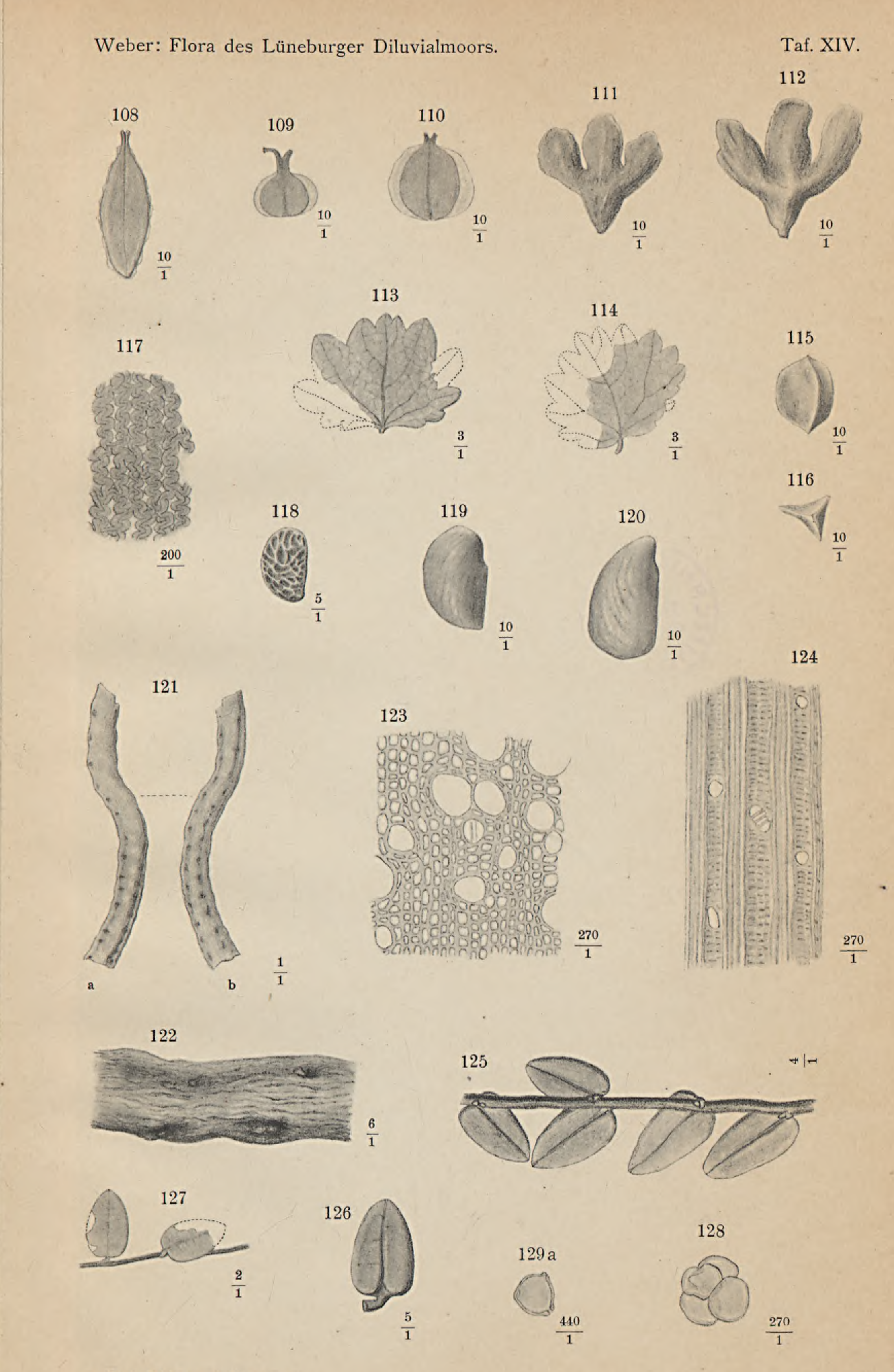
Tafel XIII.



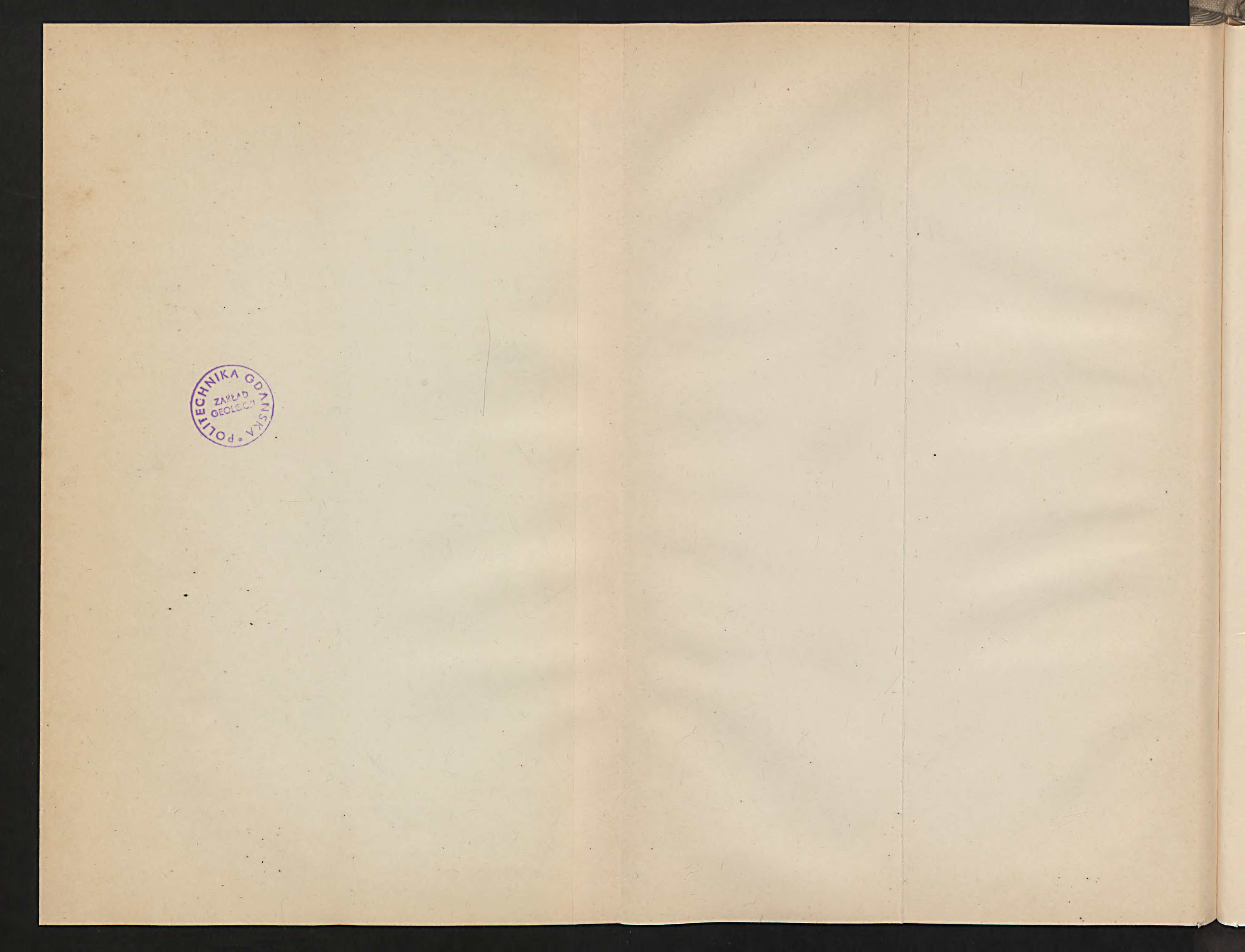
v. C. A. Weber n. d. Nat. gez.



Tafel XIV.



v. C. A. Weber n. d. Nat. gez.



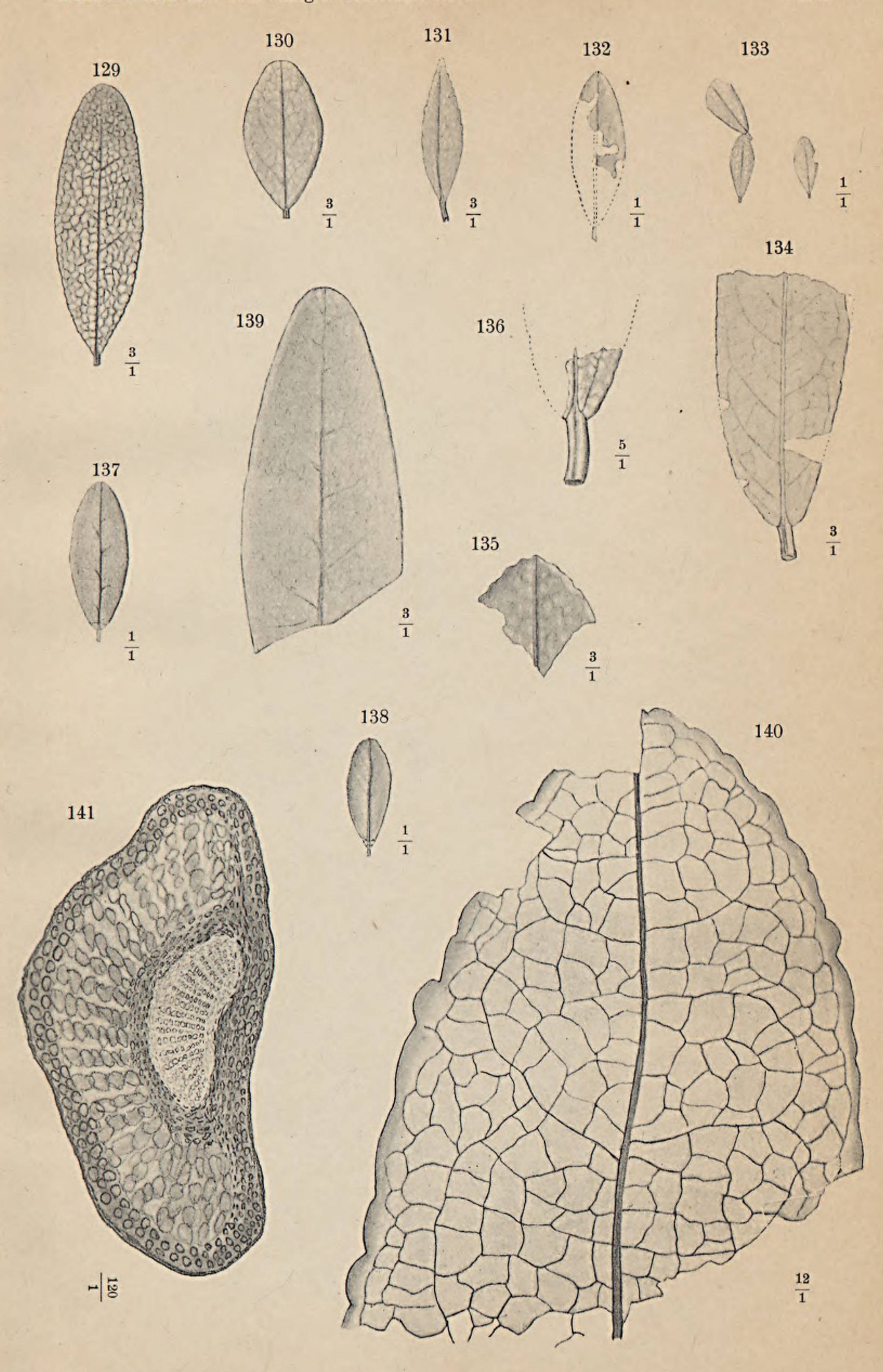
Tafel XV.

Vaccinium priscum.

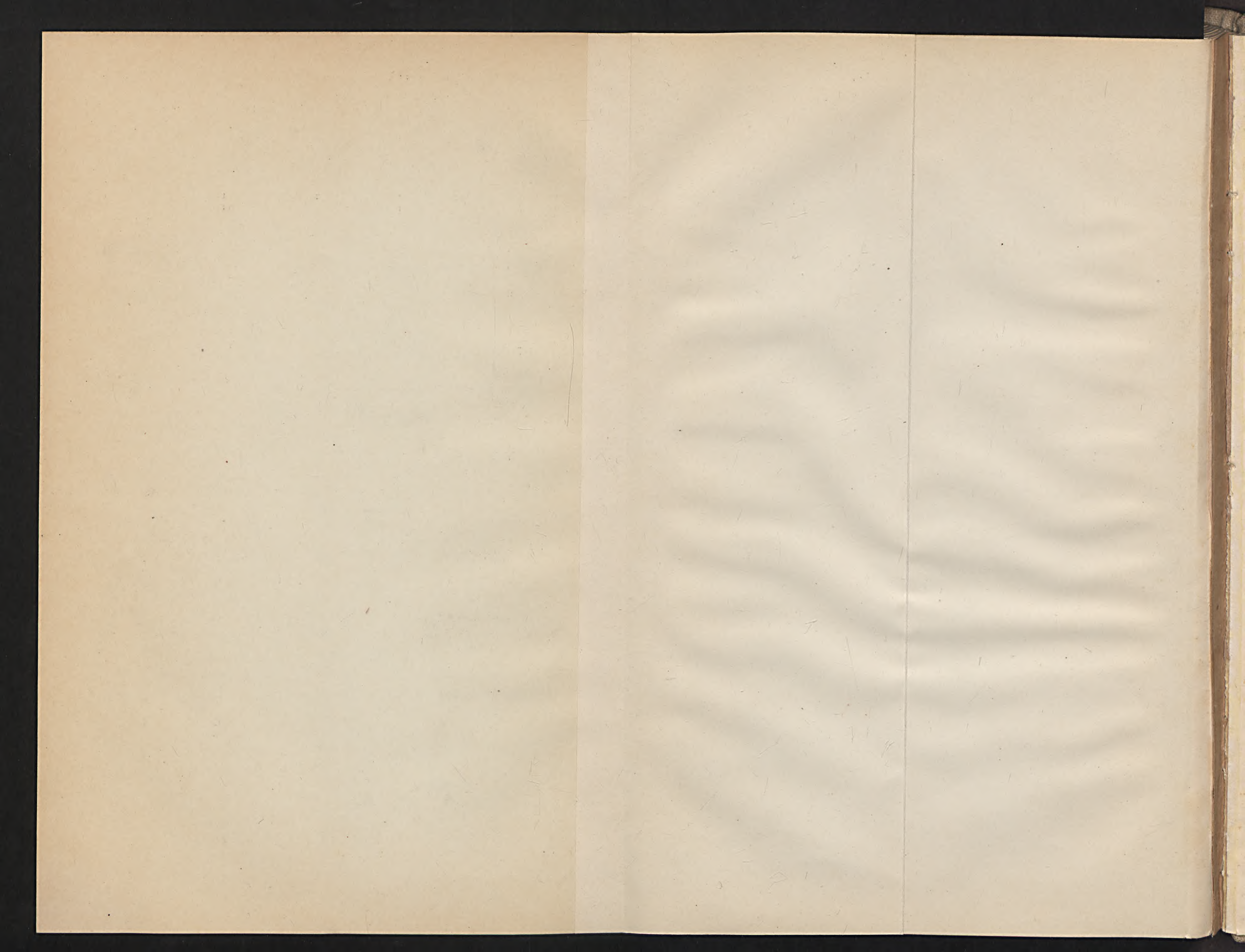
Abb. 129—139. Blätter in verschiedener Erhaltung. Ob das Blatt 131 an der Spitze richtig ergänzt wurde, ist zweifelhaft, da alle anderen Blätter oben gerundet waren. Abb. 132 und 133 aus dem Sphagnumtorf in natürl. Gr. Die anderen aus dem obern Waldtorf. Von diesen 137 und 138 in natürl. Gr.; Abb. 136 Vergr. 5 : 1; Vergr. der übrigen 3 : 1 . . . . S. 67

Abb 140. Oberer Teil eines Blattes aus dem Waldtorf. Vergr. 12 : 1 . . . . S. 67

Abb. 141. Querschnitt durch den Blattstiel. Vergr. 120 : 1 S. 66



v. C. A. Weber n. d. Nat. gez.



Tafel XVI.

Vaccinium priscum.

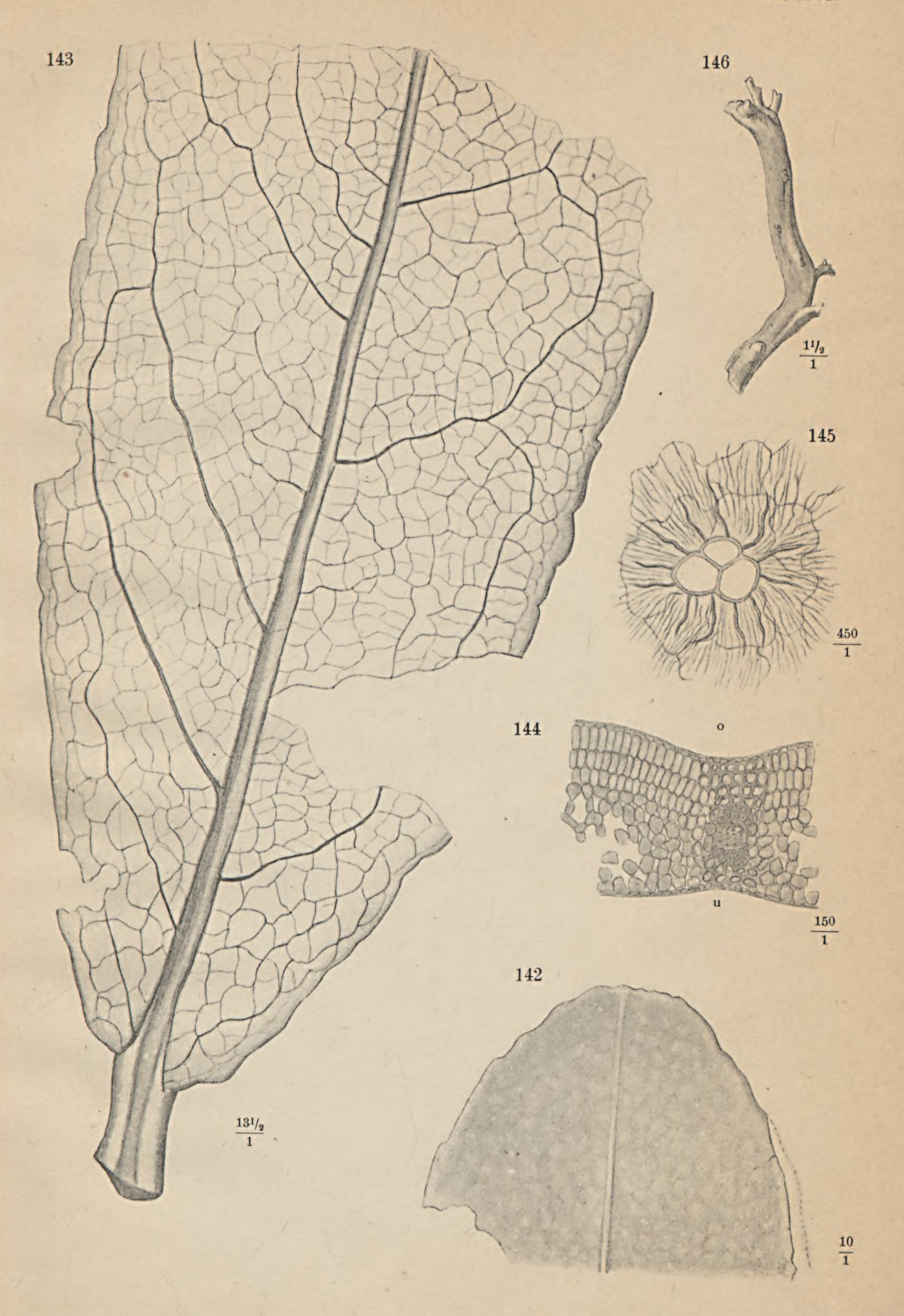
Abb. 142. Spitze eines Blattes, die Endung der Mittelrippe zeigend. Vergr 10 : 1 . . . . . . S. 67

Abb. 143. Untere Hälfte eines Blattes. Vergr. $13^1/_2 : 1$ S. 67

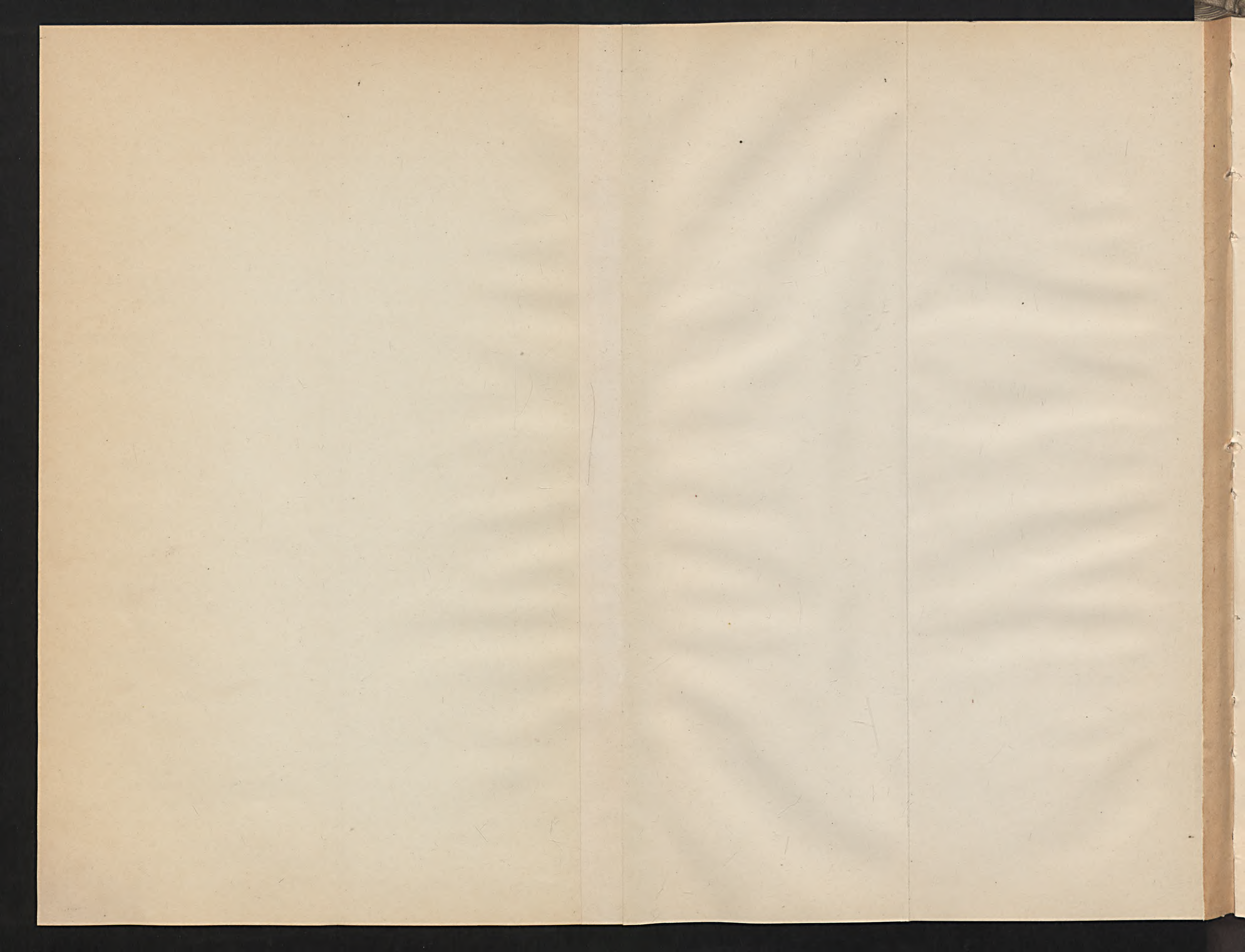
Abb. 144. Querschnitt eines Sekundärnerven und des angrenzenden Mesophylls. o Blattoberseite, u Unterseite. Vergr. 150 : 1 . . . . S. 68

Abb. 145. Haarbasis an der Blattunterseite mit der umgebenden Epidermis. Vergr. 450 : 1 . . . . S. 68

Abb. 146. Ein Stück eines Stammreises mit mehreren Zweigansätzen. Vergr. $1^1/_2 : 1$ . . . . . . S. 69



v. C. A. Weber n. d. Nat. gez.



Tafel XVII.

Vaccinium priscum.

Abb. 147. Stamm aus einer Bultlage des Sphagnumtorfs. w Wurzeln. Natürl. Gr. . . . . S. 69

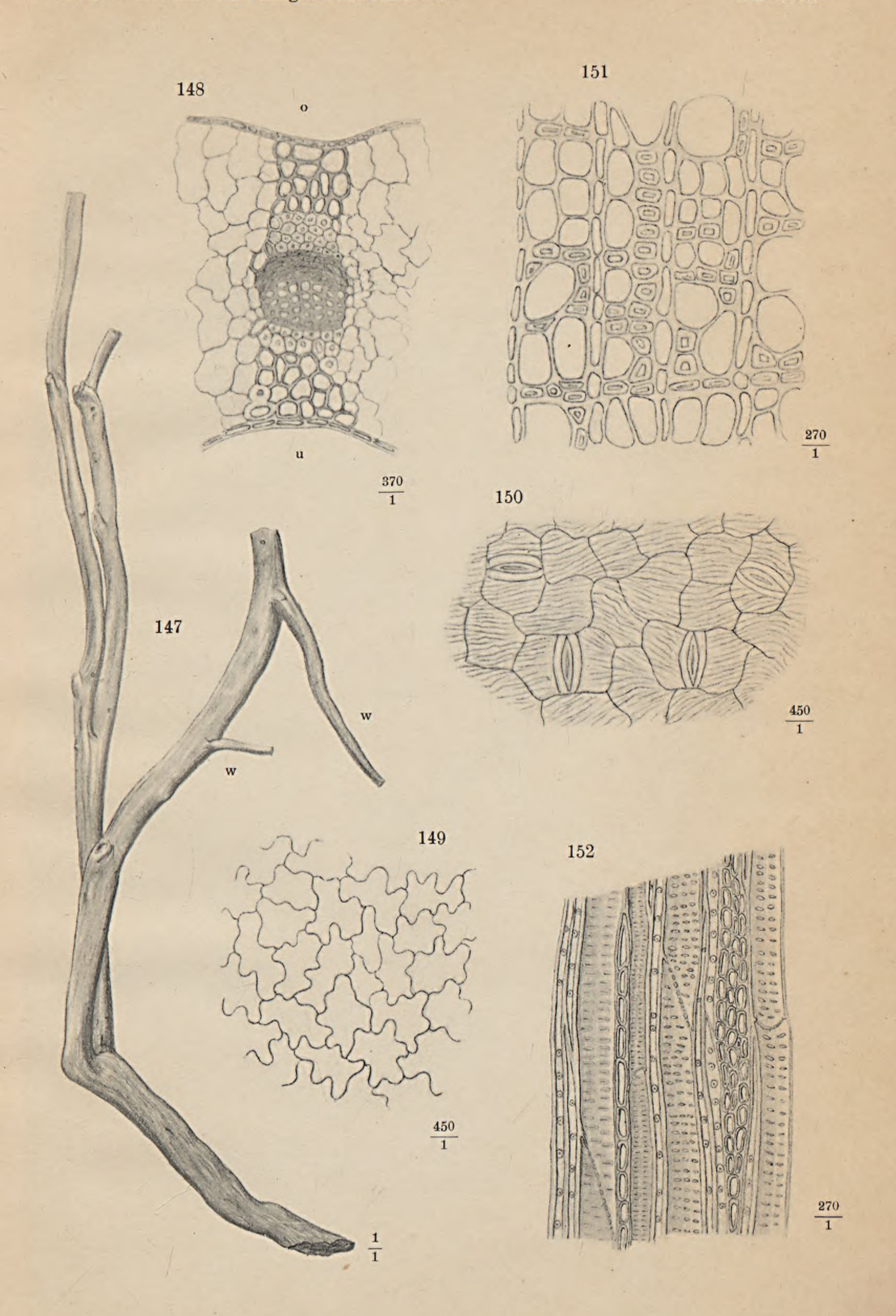
Abb. 148. Querschnitt durch einen kleinen Nerven des Blattes. o Oberseite, u Unterseite. Vergr. 370:1 S. 68

Abb. 149. Epidermis der Blattoberseite. Flächenansicht. Vergr. 450 : 1 . . . . S. 67

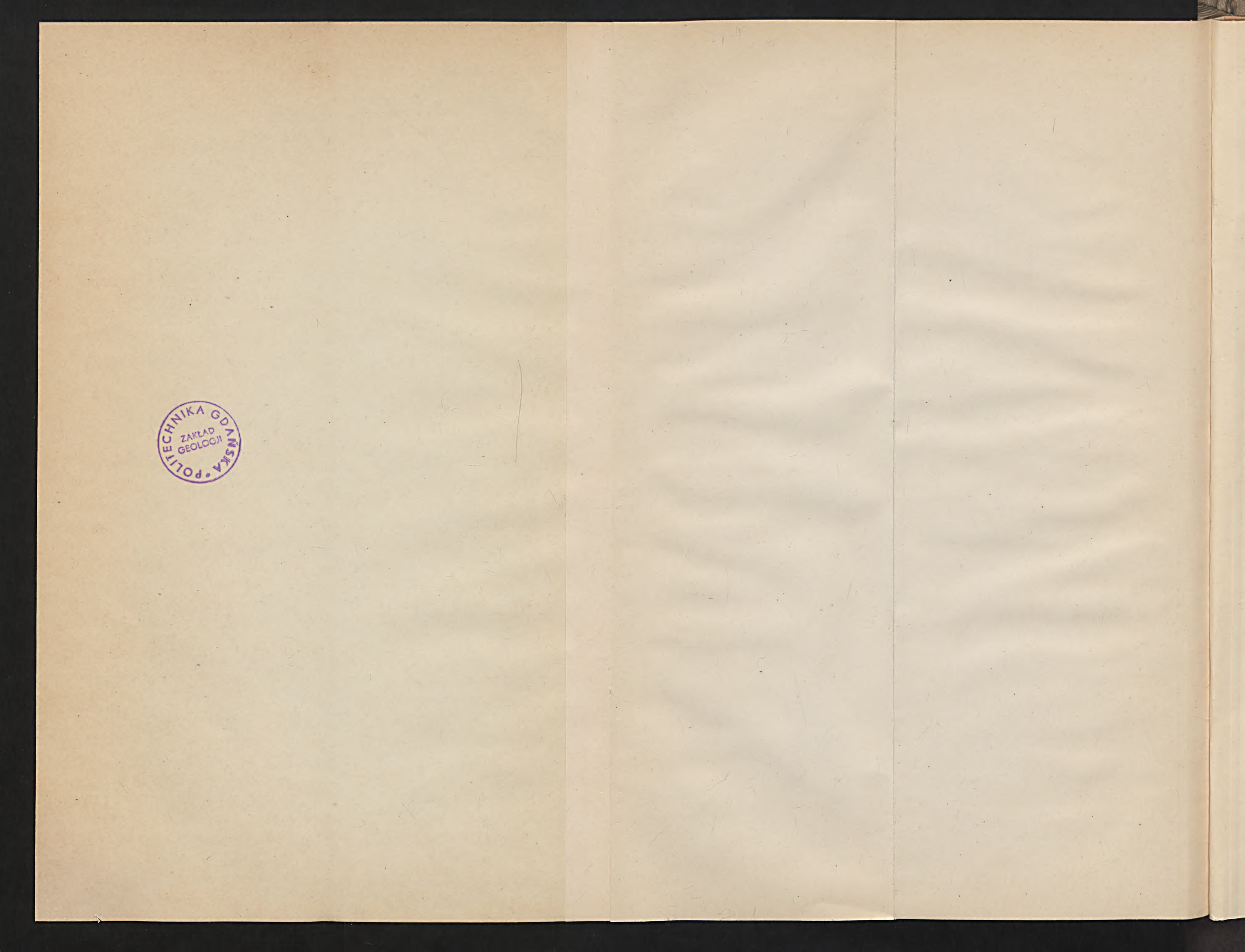
Abb. 150. Epidermis der Blattunterseite mit 4 Spaltöffnungen. Vergr. 450 : 1 . . . . S. 67

Abb. 151. Querschnitt durch einen Jahrring des Stammholzes. Vergr. 270 : 1 . . . . S. 70

Abb. 152. Tangentialschnitt durch Stammholz. Vergr. 270 : 1 . . . . S. 71



v. C. A. Weber n. d. Nat. gez.


POLITECHNIKA GDAŃSKA
ZAKŁAD GEOLOGII

Tafel XVIII.

Vaccinium priscum.

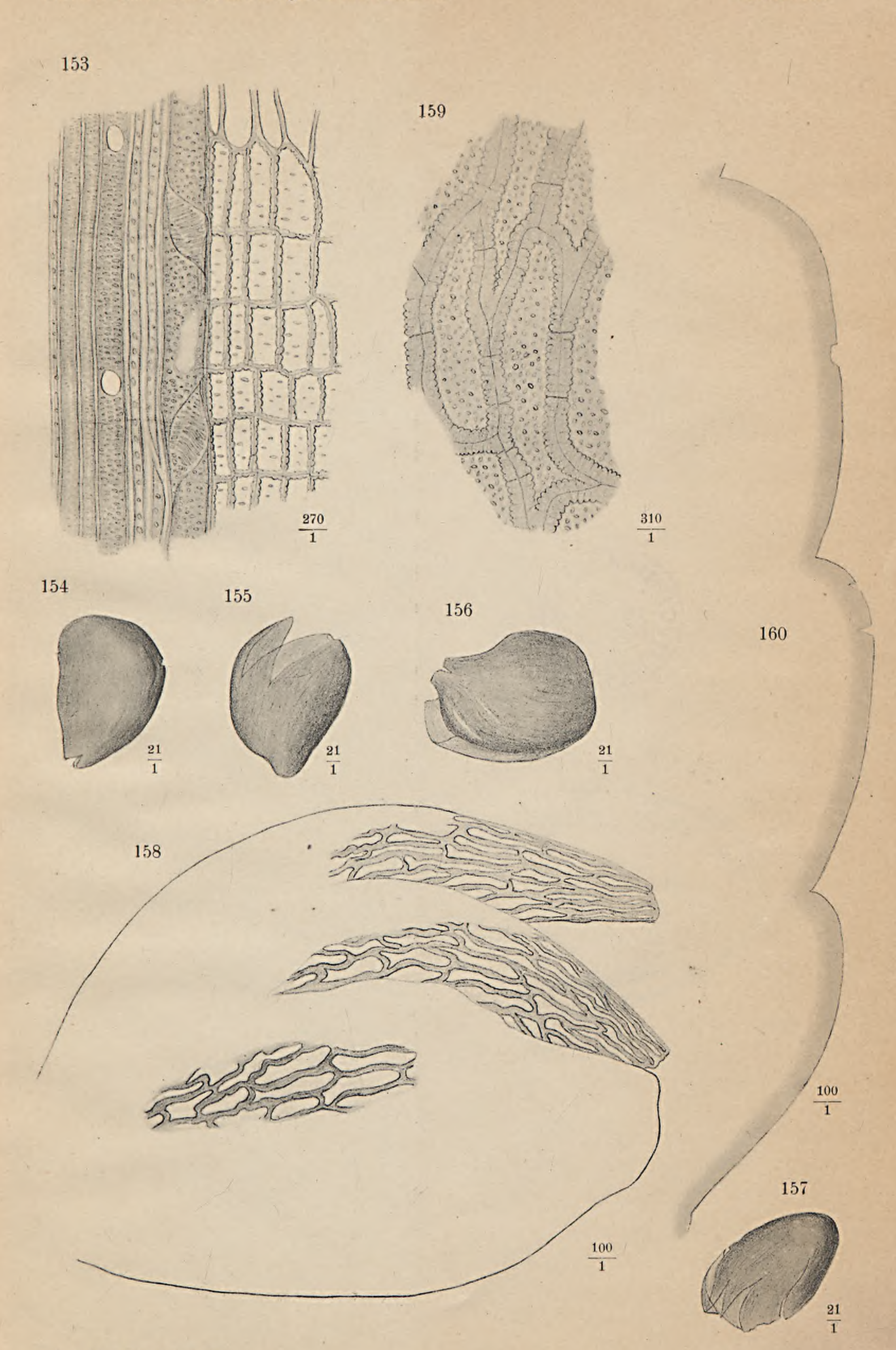
Abb. 153. Radialschnitt durch Stammholz. Rechts Seitenteil eines mehrreihigen Markstrahls. Vergr. 270 : 1 . . . . S. 71

Abb. 154—157. (?) Samen in verschiedener Erhaltung aus dem obern Teile des Sphagnumtorfs. Vergr. 21 : 1 Hierzu gehört Abb. 157a auf Tafel XIII . . S. 72

Abb. 158. Zellnetz eines Samens. Vergr. 100 : 1 . . . S. 72

Abb. 159. Zellen der äufsern Schicht der Schale im mittlern Teile eines andern Samens. Vergr. 310 : 1 S. 72

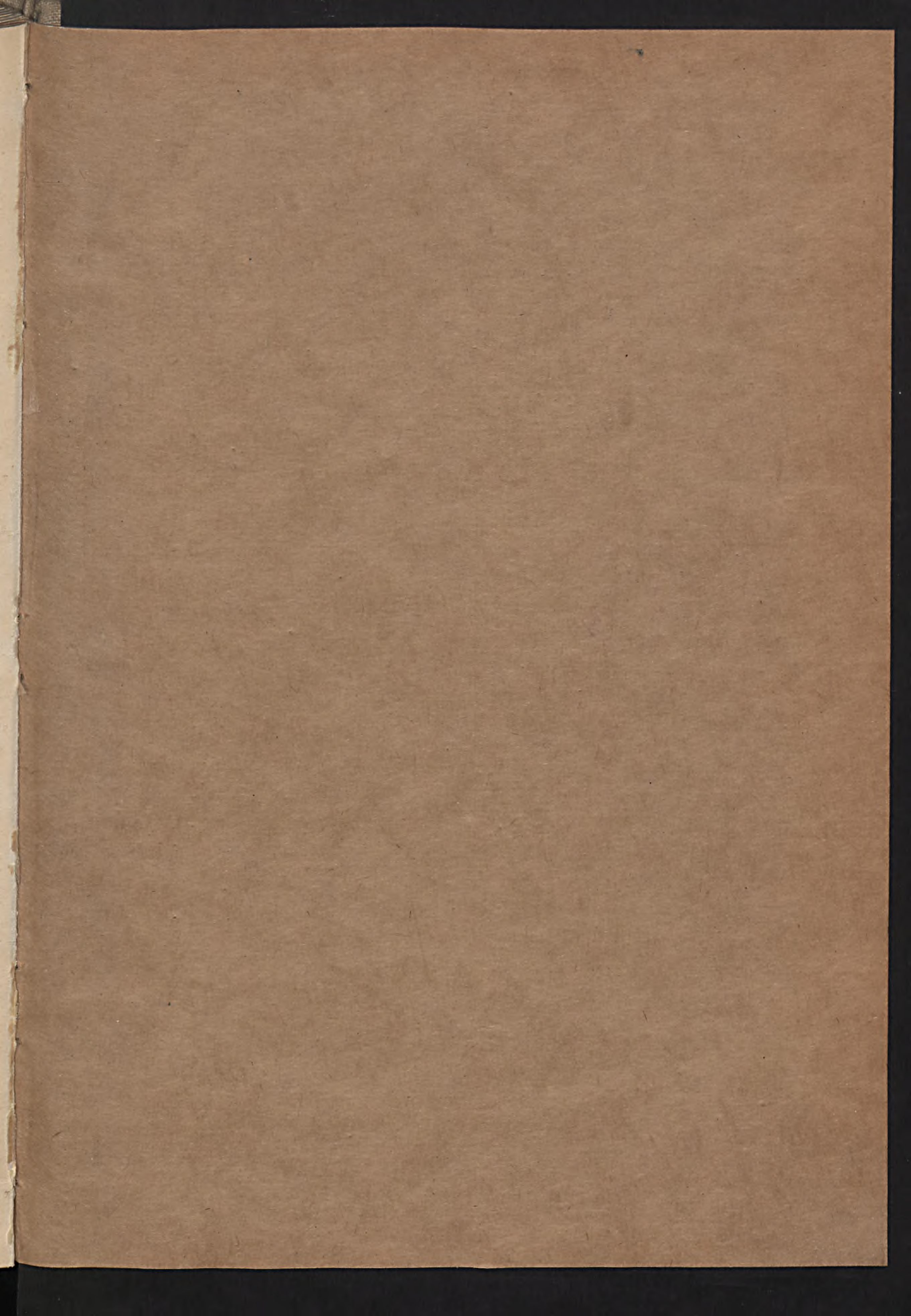
Abb. 160. Rand eines Blattes. Vergr. 100 : 1 . . . . S. 67

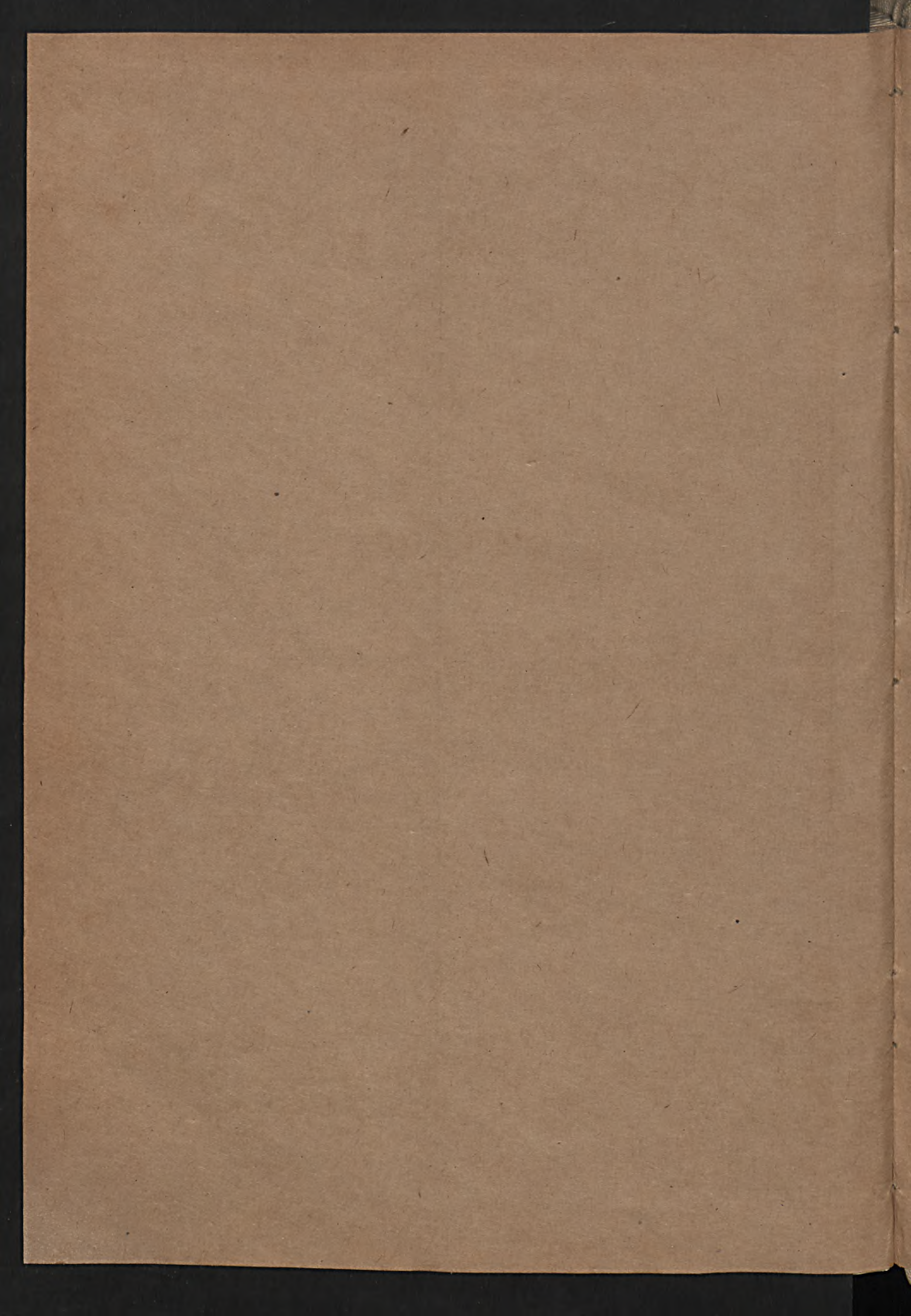


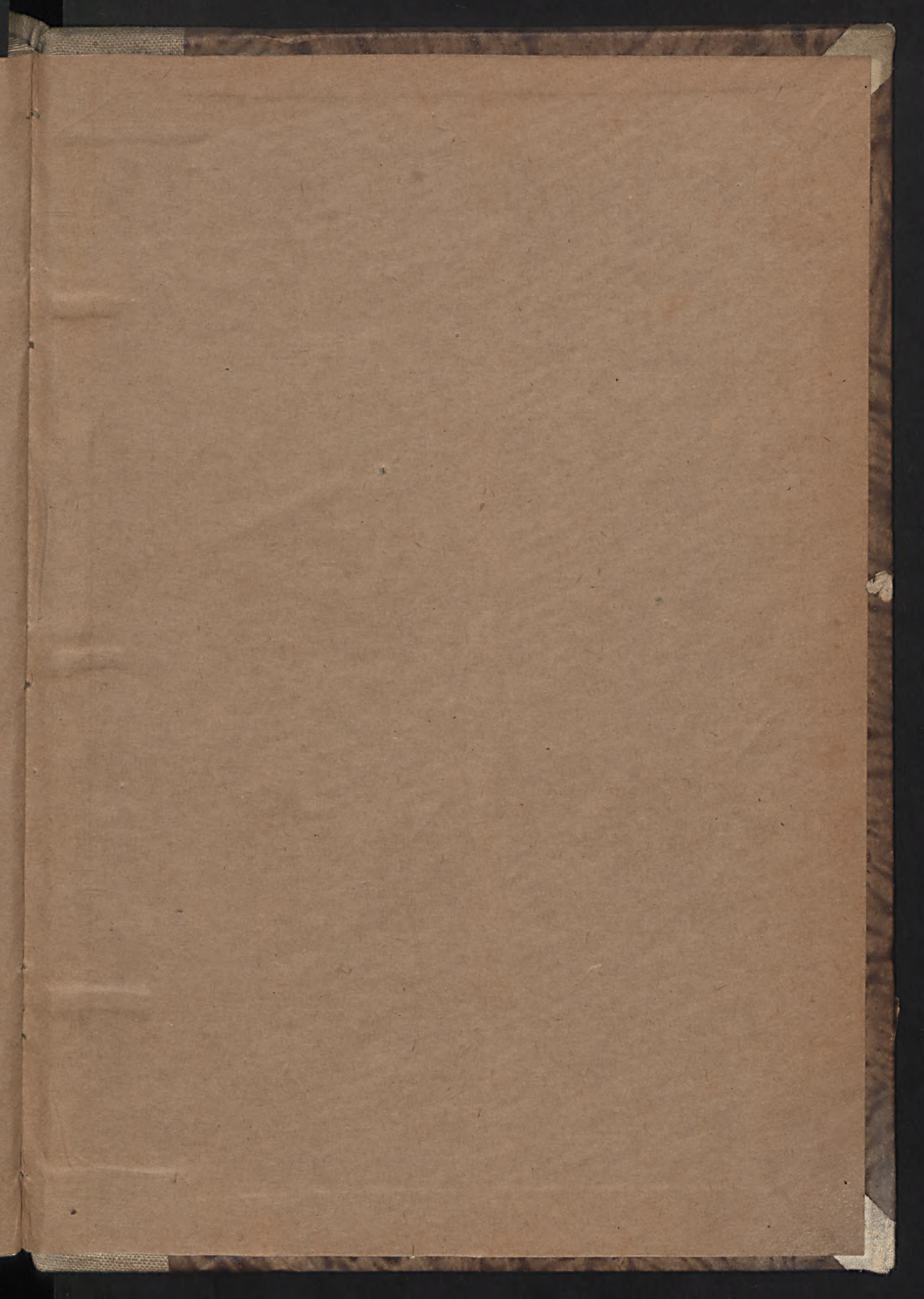
v. C. A. Weber n. d. Nat. gez.


POLITECHNIKA GDAŃSKA
ZAKŁAD GEOLOGII


POLITECHNIKA
Z ZASOB
BIBLIOTEKI G
III 15012








BIBLIOTEKA
KATEDRY NAUK O ZIEMI
Politechniki Gdańskiej